



AS CARACTERÍSTICAS DO COMPLEXO DE TROCA E A CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DA REPÚBLICA DE ANGOLA

Paolo Enrico Sertoli

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Agronómica

Orientador: Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira

Co-orientador: Prof. Rui Pinto Ricardo

Júri

Presidente: Doutora Fernanda Maria Miranda Cabral, Professora Associada do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Vogais: Doutor Manuel Armando Valeriano Madeira, Professor Catedrático do Instituto
Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Fernando Manuel Girão Monteiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de
Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Lisboa, 2009

AGRADECIMENTOS

Queria agradecer....

Em primeiro lugar ao Prof. Manuel A. V. Madeira por ter-me dado a possibilidade de trabalhar consigo, pela disponibilidade e pela paciência que, durante este ano, teve sempre comigo,

Ao Prof. Rui Pinto Ricardo pela cordialidade e pelas explicações sempre muito claras e eficazes e ao Investigador José Raposo, do IICT, por ter-me disponibilizado o mapa da República de Angola com a localização dos perfis estudados,

Ao Paulo Pires Marques pelo grande apoio na organização do texto,

À Ana Batista, Isabel Meireles, Maria de Lurdes Canilho, Maria João Novo e Conceição, do Laboratório do Departamento de Ciências do Ambiente do Instituto Superior de Agronomia pela disponibilidade e grande apoio nos processamentos analíticos,

A todos os professores e investigadores do I.S.A. que, durante os últimos dois anos, me apoiaram nos estudos e no processo de adaptação a uma realidade académica muito diferente daquela que tinha experimentado em Florença,

À minha família que deu-me a possibilidade de fazer uma experiência de vida inesquecível,

À Barbara pela afeição, pelo amor e pela paciência que sempre teve durante os últimos dois anos,

À Manè e ao Miguel, por todos os momentos de vida partilhados,

A todos os amigos que tive a possibilidade de conhecer e estiveram ao meu lado durante estes dois anos de vida em Portugal, ajudando e compreendendo as minhas dificuldades: Teo, Jaco, Salvo, Chicca, Andrea, Metteinho, Brizio, Giovanni, Lorenzo, Kiem, Tania, Virginia, Linda, Miguel, Tinão, Zezao, Ana Rita, Rui, Catarina, Keve, Antonio, Neiva, Carmen, Marta, todo o pessoal do ISA e a equipa de futebol 11,

Aos colegas de trabalho, por todos os momentos partilhados no nosso Noobai: Ivo, Larissa, Nuno, Nelas, Patrícia, Ivo Miguel, Hugo, Nazaré, Alessandra, Sol, Sara, Ana, Max, Thiago, Joana, Vera,...

GRAZIE DI CUORE A TUTTI!

RESUMO

No presente trabalho comparou-se os parâmetros respeitantes ao complexo de troca (capacidade de troca catiónica - CTC -, bases de troca e grau de saturação - GSB), pelos Métodos de Mehlich e do acetato de amónio, de solos da República de Angola, para efeitos de actualização taxonómica.

Foram analisados 72 perfis de vários tipos de solos: Solos Tipoferrálicos, Solos Fracamente Ferrálicos, Solos Psamoferrálicos Franco-Arenosos, Solos Psamoferrálicos Arenoso-Francos, Solos Tipoparaferálicos, Solos Eutroparaferálicos, Solos Fersialílicos, Psamorregosolos e Solos Oxipsâmicos. Foram executadas as correlações entre os valores dos parâmetros obtidos pelos dois métodos, utilizando o programa Office Excel. A análise incidiu sobre: todo o conjunto de amostras, amostras separadas por profundidade (horizontes) e amostras separadas por tipo de solo.

As correlações dos valores daqueles parâmetros pelos dois métodos foram fortes com valores de r e R^2 bastante elevados. Em geral, as correlações mais fortes foram obtidas nos casos da SB e do Ca e Mg de troca, seguidas da CTC; o GSB e o K de troca apresentaram correlações mais fracas e variáveis consoante os tipos de solos. Os resultados inerentes aos Solos Ferralíticos e solos afins obtidos pelo método de Mehlich são compatíveis, para efeitos taxonómicos, com os obtidos pelo acetato de amónio.

Palavras chave: República de Angola; Solos; Método de Mehlich; Método do acetato de amónio; capacidade de troca catiónica; WRB.

ABSTRACT

The aim of this work was to compare the parameters concerning the exchange complex (cation exchange capacity - CEC - exchangeable bases calculations) with the Mehlich and Ammonium Acetate Methods, of soils of the Republic of Angola, to update their taxonomy.

Seventy two profiles of several soil types were analysed, namely: Tipoferralic Soils, Weakly Ferralic Soils, Tipoparaferalic Soils, Psamoferralic Sandy Soils, Fersialic Soils, Eutroparaferalic Soils, Psamorregosolos e Oxipsamic Soils. After the data organization, the correlations between the values of the obtained parameters with the two methods were performed, using the software Office Excel. Three types of analysis have been performed: all the samples together, samples divided according to their depth and samples divided according to the soil type.

The correlations of the values obtained by the two methods were strong, with very high r and R^2 values. Generally, the stronger correlations were in the cases of SB and exchangeable Ca and Mg, followed by CEC; the percent base saturation and exchangeable K presented weaker and variable correlations, according to the type of soil. The results suggest that values of parameters of the Solos Ferralíticos exchange complex by the Mehlich method are compatible, for taxonomic purposes, with those obtained by the ammonium acetate method.

Keywords: Republic of Angola; Soils; Mehlich Method; ammonium acetate Method; cation exchange capacity; WRB.

EXTENDED ABSTRACT

The Republic of Angola is a developing country where agriculture still represent a very important source of income especially for all the people living in the inland of the country. For this reason, the analysis of the potential of soil resources is of great importance for the majority of the farmers. To characterize soils means to find their main physical and chemical properties which could be useful to obtain a proper management adequate to soil types. Frequently, it is not possible to have these kind of analysis and data in the developing countries because of lack of research and funds.

The first information regarding the soils of Angola dates from 1878. Starting from there, few studies were developed and even international references on the types of soils existing in the Republic of Angola, as, for example, the ones contained in the maps of soils however published relatively to the African continent.

Truly, the systematic and permanent study of the soils of Angola only started in 1946, because of the initiative of the Secção de Física Agrícola of the Instituto Superior de Agronomia. The study advanced till the independence of Angola, starting from 1951 with the collaboration of the “Junta de Investigação do Ultramar” (nowadays “Instituto de Investigação Científica Tropical”) - where constituted the Missão de Pedologia de Angola (1953-1973) e the Centro de Estudos de Pedologia Tropical (1960-2004). This study always had the intervention and direction of professors of the ISA, belonging to the Secção de Pedologia/Departamento de Ciências do Ambiente. Since 1956 the study of the soils of Angola has been intensified with the work of others bodies, private ones and centres of investigation of the official services of Angola.

The soil studies in Angola were related with the following areas: characterization, classification and cartography; physics, chemistry and mineralogy of the soil; pedogenesis; micromorphology of the soil; degradation, preservation and recovery of the soils; fertility of the soil and mineral nutrition of the crops; general technology of the soil; pedoclimate.

Between the developed projects, one of the most important is the *Carta Geral dos Solos de Angola*. Idealized by the Missão de Pedologia de Angola, started in 1954. It is a small scale pedologic map, that has been published separately in more unit corresponding to the provinces of Angola. Simultaneously with the execution of the studies concerning the *Carta Geral dos Solos de Angola*, started a new project looking for the creation of a *Carta Generalizada dos Solos de Angola* that could be useful to spread the knowledge about the characteristics, typology, classification and geographical distribution of the soils of Angola. The *Carta Generalizada*, had four approximations up to now.

The valuable heritage accrued on the scientific and technical knowledge of the soils of the Republic of Angola have to be broaden in a systematic and coordinate way, especially paying attention to the following features: (i) improvement of the physical, chemical and mineralogical characterization of the most representative soils, on purpose to define the correct parameters that enable the standardization of the “Sistema de Classificação Pedológica” of the Centro de Estudos de Pedologia (CEP) - Classification of the soils of the Republic of Angola - and the perfect fitting of his units-soil in the international systems of classification nowadays in use, especially the *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) e the *Soil Taxonomy* of the *United States Department of Agriculture*. (ii) application of the methodology used by those international taxonomic systems to a representative universe of pattern-samples in order to define correlations that enable to transpose the existing analytic data on soils of Angola to the parameters considered by such systems. (iii) deepening of the knowledge on chemical soil parameters on purpose to estimate and manage their fertility and to define the bases to an agro-ecologic planning and a sustainable land use.

Therefore, the aim of the present study was to compare the values of parameters concerning the exchange complex (cation exchange capacity - CEC - exchangeable bases calculations), by the Mehlich and the ammonium acetate Methods, of soils from the Republic of Angola to update their taxonomy. The database consisted of 347 soil samples, 72 of which coming from previous studies and 275 recently analysed. All the samples are part of the IICT collection stored in the Department of Environment Sciences of the I.S.A. All the analysed samples came from the interior of the country, leaving out the costal area. Have been analysed 72 profiles of several types of soils of the Republic of Angola, namely: Tipoferrálic Soils, Weakly Ferrálic Soils, Tipoparaferálic Soils, Psamoferrálic Sandy Soils, Fersíalic Soils, Eutroparaferálic Soils, Psamorregosolos e Oxipsâmíc Soils.

The 347 samples have been chemically analysed using both of the methods. After the data organization, the correlations between the values of the obtained parameters with the two methods have been performed, using the software Office Excel. Three types of analysis have been performed: all the samples together (**Análise global**), samples divided in Superficial and Sub-superficial according to their depth (**Análise por profundidade**) and, finally, samples divided according to the type of soil (**Análise por tipo de solo**).

The Coefficient of Determination (R^2) and the Pearson product-moment correlation coefficient (r) have been used to measure the level of confidence of the model and the existing correlation (linear dependence) between the two variables. The correlations of the values obtained by the two methods were strong, with very high r and R^2 values (in the majority of the cases, above 0,90). Generally, the stronger correlations were in the cases of

SB and exchangeable Ca and Mg, followed by CEC; the percent base saturation and exchangeable K presented weaker and variable correlations, according to the type of soil.

The results suggest that values of parameters of the Solos Ferralíticos exchange complex by the Mehlich method are compatible, for taxonomic purposes, with those obtained by the ammonium acetate method.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO.....	II
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE QUADROS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO I	3
1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REPÚBLICA DE ANGOLA.....	3
1.1 - Palavras prévias.....	3
1.2 - Situação geográfica. Divisão administrativa do território.....	6
1.3 - Hipsometria e hidrografia	7
1.4 - Geologia e litologia.....	8
1.5 - Clima	10
1.6 - Vegetação	12
2 - OS SOLOS DAS ÁREAS TROPICAIS	14
2.1 - Considerações gerais.....	14
2.2 - Factores de formação do solo	15
2.3 - Características gerais dos solos das áreas tropicais. Diferenças com os solos do meio temperado	17
2.3.1 - <i>Propriedades Físicas</i>	18
2.3.2 - <i>Propriedades químicas</i>	19
3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS DOS SOLOS DA REPÚBLICA DE ANGOLA	22
CAPÍTULO II - MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
1 - MATERIAL	26
2 - MÉTODOS.....	27
2.1 - Introdução	27
2.2 - Método de Mehlich	27
<i>Material</i>	28
<i>Reagentes</i>	28
<i>Modo operativo</i>	29
<i>Determinação da Acidez Titulável</i>	29

<i>Determinação das bases de troca</i>	29
<i>Determinação da capacidade de troca catiónica</i>	30
<i>Expressão dos resultados</i>	31
2.3 - Método do acetato de amónio.....	32
<i>Material</i>	32
<i>Reagentes</i>	32
<i>Modo operativo</i>	33
<i>Determinação das bases de troca</i>	33
<i>Determinação da capacidade de troca</i>	33
<i>Expressão dos resultados</i>	34
2.4 - Métodos de análise estatística.....	35
CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
1 - TIPOS DE ANÁLISES EFECTUADAS	37
2 - ANÁLISE GLOBAL	38
2.1 - Capacidade de Troca Catiónica (CTC).....	38
2.2 - Bases de Troca.....	39
2.3 - Grau de Saturação em Bases (GSB).....	40
3 - ANÁLISE POR PROFUNDIDADE	41
3.1 - Capacidade de Troca Catiónica (CTC).....	41
3.2 - Bases de Troca.....	43
3.3 - Grau de Saturação em Bases (GSB).....	45
4 - ANÁLISE POR TIPO DE SOLO	47
4.1 - Solos Tipoferrálicos.....	47
4.2 - Solos Fracamente Ferrálicos.....	50
4.3 - Solos Psamoferrálicos Franco-Arenosos.....	52
4.4 - Solos Psamoferrálicos Arenoso-Francos.....	54
4.5 - Solos Tipoparaferálicos.....	56
4.6 - Solos Eutroparaferálicos.....	58
4.7 - Solos Fersialílicos.....	60
4.8 - Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos.....	62
CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES GERAIS	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
ANEXO	i

Características dos solos estudados	i
<i>Solos Tipoferrálicos</i>	ii
<i>Solos Tipoferrálicos (continuação)</i>	iii
<i>Solos Tipoferrálicos (continuação)</i>	iv
<i>Solos Fracamente ferrálicos</i>	v
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	vi
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	vii
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	viii
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	ix
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	x
<i>Solos Fracamente ferrálicos (continuação)</i>	xi
<i>Solos Psamoferrálicos Franco-Arenoso</i>	xii
<i>Solos Psamoferrálicos Arenoso-Franco</i>	xiii
<i>Solos Psamoferrálicos Arenoso-Franco (Continuação)</i>	xiv
<i>Solos Tipoparaferálicos</i>	xv
<i>Solos Eutroparaferálicos</i>	xvi
<i>Solos Eutroparaferálicos (continuação)</i>	xvii
<i>Solos Fersílicos</i>	xviii
<i>Solos Fersílicos (continuação)</i>	xix
<i>Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos</i>	xx
<i>Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos (continuação)</i>	xxi

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Valores de r e p relativos a todos os parâmetros estudados no conjunto de todas as amostras consideradas.	41
Quadro 2 - Valores médios da capacidade de troca catiónica (CTC), das bases de troca, da soma de bases de troca (SB) e do grau de saturação em bases (GSB) obtidos para os horizontes superficiais e horizontes sub-superficiais pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio.	42
Quadro 3 - Valores de r e p relativos aos parâmetros do complexo de troca, obtidos pelo método de Mehlich e do acetato de amônio, de horizontes superficiais e sub-superficiais.	43
Quadro 4 - Valores médios relativos aos parâmetros do complexo de troca dos diferentes tipos de solos estudados pelo método de Mehlich e do acetato de amônio.	47
Quadro 5 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Tipoferrálicos	48
Quadro 6 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Fracamente Ferrálicos	50
Quadro 7 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Psamoferrálicos Franco-Arenosos	52
Quadro 8 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Psamoferrálicos Arenoso-Francos	54
Quadro 9 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Tipoparaferálicos.....	56
Quadro 10 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Eutroparaferálicos	58
Quadro 11 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Fersialícos	60
Quadro 12 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Psamorregossolos e Solos oxipsâmicos	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da República de Angola.....	6
Figura 2 - Hipsometria	8
Figura 3 - Isoietas anuais	11
Figura 4 - Carta Geral dos Solos de Angola	23
Figura 5 - <i>Carta Generalizada dos Solos de Angola</i> (Quarta Aproximação)	24
Figura 6 - Mapa com localização dos perfis estudados.....	26
Figura 7 - Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) e o grau de saturação em bases (GSB) determinados pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (Acet).....	38
Figura 8 - Correlação entre as concentração de Ca, Mg, K e soma das bases de troca (SB) determinadas pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (Acet).....	39
Figura 9 - Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) determinada pelo método de Mehlich e a determinada pelo método do acetato de amónio (Acet) nas amostras de horizontes superficiais (A) e horizontes sub-superficiais (B).	42
Figura 10 - Correlação entre a concentração de Ca de troca determinada pelo método de Mehlich e a determinado pelo método do acetato de amónio (Acet) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).....	43
Figura 11 - Correlação entre as concentrações de Mg, K e SB determinadas pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (Acet) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).....	44
Figura 12 - Correlação entre o grau de saturação em bases (GSB) determinado pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (ACT) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).....	45
Figura 13 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Tipoferrálicos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amónio (Acet).	49
Figura 14 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Fracamente Ferrálicos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amónio (Acet).....	51
Figura 15 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Psamoferrálicos franco arenosos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amónio (Acet).....	53
Figura 16 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Psamoferrálicos arenoso – francos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amónio (Acet).....	55

- Figura 17** - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Tipoparafeéricos, pelo método de Mehlich e pelo acetato de amônio (Acet)..... 57
- Figura 18** - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Eutropefeéricos pelo método de Mehlich e pelo acetato de amônio (Acet) 59
- Figura 19** - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Solos Fersialícos pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet). 61
- Figura 20** - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, da SB e do GSB determinados nos Psamorregossolos e Solos oxipsâmicos pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet). 63

INTRODUÇÃO

A profícua actividade desenvolvida em Angola no âmbito da Ciência do Solo, como resultado da permanente e activa cooperação entre o Instituto Superior de Agronomia e o Instituto de Investigação Científica Tropical, atingiu ampla expressão e contribuiu de forma destacada para o mais profundo conhecimento científico e técnico dos solos do território angolano e consequentemente dos solos das regiões tropicais, havendo tido marcada influência no desenvolvimento da Ciência do Solo Tropical (Pinto Ricardo *et al.*, 2006). Esse desenvolvimento científico e técnico, expressando a importância da interacção entre instituições universitárias e de índole técnico-científica, foi decisivo para a formação de inúmeros tirocinantes das licenciaturas do Instituto Superior de Agronomia e para o desenvolvimento da formação científica de muitos docentes universitários e investigadores de várias instituições.

Dado o valioso património acumulado sobre o conhecimento científico e técnico dos solos da República de Angola (nomeadamente no que toca à sua cartografia e classificação), ele não pode ser esquecido e muito menos desprezado; antes, sim, ele deve ser aprofundado e até ampliado (Pinto Ricardo *et al.*, 2006), de uma forma sistemática e coordenada, tendo sobretudo em atenção os aspectos fundamentais que em seguida se enumeram.

(i) Aprofundamento da caracterização física, química e mineralógica dos solos mais representativos, com vista à definição dos parâmetros adequados que possibilitem a aferição do Sistema de Classificação Pedológica do Centro de Estudos de Pedologia (CEP) - Classificação dos Solos de Angola - e o perfeito enquadramento das suas unidades-solo nos sistemas taxonómicos internacionais hoje mais em uso, nomeadamente a *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) e a *Soil Taxonomy* do *United States Department of Agriculture*.

(ii) Aplicação a um universo representativo de amostras-padrão, já estudadas pelos métodos analíticos estabelecidos pelo CEP, da metodologia adoptada por aqueles sistemas taxonómicos de referência, a fim de definir correlações que, muito simplesmente, possibilitem transpor os inúmeros dados analíticos existentes sobre os solos de Angola para os parâmetros considerados por tais sistemas.

(iii) Aprofundamento do conhecimento de parâmetros químicos do solo com vista à avaliação e gestão da fertilidade dos mesmos e à definição de bases para o planeamento agro-ecológico e o uso sustentável dos solos.

Neste contexto, os principais objectivos do presente trabalho consistiram em determinar os parâmetros respeitantes ao complexo de troca catiónica (capacidade de troca catiónica, bases de troca, soma das bases de troca e grau de saturação em bases) de solos de Angola, comparando os resultados do *método de Mehlich* (o utilizado pelo CEP na caracterização dos solos de Angola) com os do *método do acetato de amónio*, cujos dados são os utilizados na definição dos horizontes (óxico e ferrálico) inerentes aos *Oxisols* (SSS, 2003) e aos *Ferralsols* (WRB, 2006) - os solos mais característicos das áreas tropicais. Para o presente estudo foram, então, analisadas amostras de 347 horizontes (72 perfis) procedentes de varias províncias da República de Angola (com excepção da área litoral) e representando o leque de solos de natureza ferralítica.

O trabalho está estruturado em quatro capítulos. O capítulo I trata de temáticas gerais: uma breve caracterização da República de Angola, as características mais importantes do ambiente tropical e dos solos das áreas tropicais, bem como dos solos da República de Angola. O capítulo II enumera e explicita os materiais e métodos (laboratoriais e estatísticos) utilizados no estudo. Os resultados do estudo e respectiva discussão são apresentados no capítulo III. Finalmente, no capítulo IV referem-se as considerações gerais pertinentes suscitadas pelos resultados obtidos.

CAPÍTULO I

1 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DA REPÚBLICA DE ANGOLA

1.1 - Palavras prévias¹

A República de Angola sempre foi um país agrícola, com grandes recursos em termos de mão-de-obra, terra e capital. Apesar disso, durante as últimas décadas o sector agrícola registou uma acentuada regressão.

Durante o período colonial (dados da MIAA - Missão de Inquéritos Agrícolas de Angola) podemos apurar que a importação de bens alimentares era muito reduzida o quase inexistente para os produtos básicos (à excepção de azeite, arroz e trigo). A agricultura tinha um papel muito importante enquanto fornecia excedentes para as cidades e também índices elevados de exportação das culturas de rendimento (nomeadamente, café, algodão, sisal e banana). Os planos de fomento do sector agrário, assim como os programas de investigação e extensão apoiados pelos organismos do Estado colonial, permitiram o aumento da produção agrícola e pecuária, seja das culturas alimentares, seja das culturas de rendimento.

Assim, no período colonial, a agricultura permitia o abastecimento da quase totalidade da população e a produção de bons excedentes para o mercado externo.

No fim do período colonial, verificou-se uma grande explosão demográfica nas cidades devido sobretudo à migração rural-urbano: em 1970, em Luanda, habitava cerca de 55 % da população urbanizada de Angola. Os dados do Instituto de Estatísticas de Angola, relativos a 1970, indicam que, além da agricultura, a economia do país dependia também das indústrias extractivas e de transformação.

Em 1973, último ano do domínio colonial, os principais produtos alimentares exportados eram: peixe, banana fresca, milho e feijão. Nos últimos anos do período colonial registrou-se uma queda na produção agrícola; a participação da agricultura no PIB tendia a decrescer devido ao crescimento das indústrias extractivas e transformadoras.

Um dado muito significativo tem a ver com a ocupação da força de trabalho. Em 1971 cerca de 91 % da população trabalhadora era absorvida pelo sector agrícola.

¹ Texto apoiado em Neto (2008)

Nos anos sessenta verificaram-se varias mudanças na economia do país. A participação do sector agrário no PIB embora tenha decrescido, no período de 1966-1971, de 14,2 % (em 1966) para 9 % (em 1971), ainda supria as necessidades básicas da população que, no entanto, continuava a crescer com taxas de 2 % ao ano. Assim, no fim do período colonial, observava-se um grande fluxo da mão-de-obra dos sectores agrícola e rural para os sectores mais de índole urbana (indústria, energia e construção).

A política agrária do novo Estado foi orientada no sentido de desenvolver o meio rural e apoiar as comunidades de camponeses do país. Em Dezembro de 1977 realizou-se o primeiro Congresso do MPLA (Movimento Popular de Libertação de Angola) e ao referir ao sector agrícola, diz:

“...a base do desenvolvimento será o sector agrícola na medida em que 85 % da população do nosso país vive no campo e o campo produz a maior parte dos bens alimentares necessários à subsistência da população, matérias-primas para a indústria e bens para a exportação. Assim, estão actualmente a ser criadas as condições para a formação de um amplo sector estatal na agricultura, a partir do antigo sector capitalista, para o incremento da organização de cooperativas de produção. É ainda tarefa fundamental estimular e criar condições para aumentar a produção dos camponeses...”

Nesse período, pelo contrário, começa uma diminuição muito acentuada da produção de bens alimentares, devido sobretudo à guerra civil e as graves deficiências na transformação da estrutura agrária capitalista colonial no novo modelo mais socializante, constituído por um sector estatal agrário, pelas Cooperativas Agrícolas e Associações de Camponeses. A diminuição já era superior a 60 % entre 1977 a 1979, se comparada com a de 1973.

Durante o período 1990-2000, as mudanças de política económica na agricultura levaram à privatização e reprivatização das explorações agro-pecuárias estatais. A instabilidade que se seguiu ao processo eleitoral de 1992, o conflito armado que durou até 2002 e a ausência de empresários agrícolas com conhecimentos e capitais para investir na agricultura, são alguns factores que levaram à estagnação ou diminuição da produção de bens alimentares.

Olhando para os dados relativos às exportações e importações durante a década de transição para a economia de mercado, nota-se como as exportações medias atingiram cerca de 4.388 milhões de dólares, enquanto as importações médias assumiram um valor de 5.545 milhões de dólares, ou seja, 20,9 % em média acima das exportações. Assim, a balança entre exportações e importações, resulta ser muito desequilibrada.

No mesmo período, verificou-se uma gradual perda de importância do sector agrícola também em termos de participação na estrutura do PIB nacional. A agricultura (junto com silvicultura e pescas) passou de 10,8 % em 1989 para 5,3 % em 2000: o peso do sector baixou muito desde o princípio da década de noventa. Os sectores que, em percentual, mais cresceram durante este período foram diamantes, petróleo e serviços cuja participação na estrutura do PIB tornou-se cada vez mais significativa e importante (Gouveia, 2001).

Assim, como já referido anteriormente, no período colonial, Angola era auto-suficiente em todas as principais culturas alimentares, com excepção de trigo, azeite e arroz. Na actualidade, a produção agrícola nacional é limitada a um numero muito limitado de produtos agrícolas, dos quais se destacam alguns cereais (milho, arroz, massago), algumas raízes e tubérculos (mandioca, batata-doce, batata) e algumas leguminosas (amendoim e feijão).

Os níveis de produção, devido a muitas causas (perdas pós-colheita, falta de infra-estruturas e tecnologia entre outros), são baixos, com um impacto negativo na situação nutricional da população. Nesta situação de carência crónica de alimentos, as ajudas e doações da comunidade internacional e as importações tem aumentado, tendo um impacto muito forte na já elevada dívida externa do País. As quantidades de bens alimentares provenientes das doações, em 6 anos recentes (1998 - 2003), demonstram a predominância de apoio em milho em grão; em termos de bens alimentares importados, subiram arroz, farinha de milho, feijão, carne congelada, frango congelado, óleo alimentar, massa alimentar e manteiga.

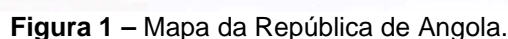
A produção local, como já dito, é carente e os dados relativos à quantidade de bens produzidos em Angola configuram uma situação de crise alimentar que tem repercussões em elevadas taxas de subnutrição, mortalidade e baixa esperança de vida, entre outras.

Analisado os produtos alimentares, podemos observar como cerca de 91 % do arroz é importado, enquanto a ajuda internacional e a produção interna contribuem com cerca de 9 %. Pelo contrário, a ajuda internacional é de cerca de 78 % no milho em grão. O predomínio da importação das farinhas de milho (cerca de 95 %) e de trigo (cerca de 93 %) impera sobre a participação da ajuda internacional (4 % na farinha de milho) e da produção interna (1 % farinha de milho e 7 % farinha de trigo). Excepto o sorgo, produzido integralmente no País, a produção cerealífera nacional é baixa e não ultrapassa 8 % do consumo total de Angola.

Em relação ao feijão e à mandioca, as culturas mais consumidas e produzidas no País, a situação é diferente. Sendo o feijão uma cultura praticada pelas comunidades camponesas, a produção nacional tende a suplantear as importações e as ajudas internacionais: a produção nacional contribui com 73 %. Os restantes 27 % provem da importação (20 %) e das ajudas internacionais (7 %).

Como já foi referido, as causas da diminuição da produtividade agrícola nacional são e foram de vária natureza: guerras, situação política instável, apoio escasso ou nulo aos camponeses, etc... Só ultimamente e devido a vários investimentos efectuados pelo governo central, as pessoas voltaram a pensar que a vida nos campos pode ser mais saudável e rica de que uma existência miserável nas comunidades urbanas.

A República de Angola está localizada na região ocidental da África Austral, a sul da floresta equatorial, entre as latitudes de 4°22' e 18°02' Sul e as longitudes de 11°41' e 24°05' Leste (Figura 1).



O país tem uma superfície de 1.276.700 km² (sétimo estado mais extenso da África) e a costa marítima tem 1.650 km de extensão e apresenta na metade norte um aspecto agreste e escarpado, enquanto no sul é, geralmente, baixa e arenosa.

A nação angolana está dividida administrativamente em 18 províncias: Cabinda, Zaire, Uíge, Luanda, Bengo, Kwanza Norte, Kwanza Sul, Malanje, Lunda Norte, Lunda Sul, Benguela, Huambo, Bie, Moxico, Namibe, Huila, Cunene e Cuando Cubango.

O país, quase 15 vezes maior do que Portugal, estende-se de Calinda ao Cunene e faz fronteira a norte com a República Democrática do Congo, a leste com a Zâmbia e a sul com a Namíbia. Nas zonas mais ao sul, os rios correm sobre um bordo mais abrupto do planalto e as quedas de água são aproveitadas para a produção de electricidade.

1.3 - Hipsometria e hidrografia

Cerca de 60 % do país está situado numa altitude entre os 1.000 e 1.600 m (Figura 2) e o ponto mais alto encontra-se na região central: Monte Moco (2620 m), na província do Huambo. A morfologia do país aparece portanto dominada por um bloco originário formado por materiais cristalinos arcaicos sobre os quais se foram depositando sedimentos que formam potentes capas de areia e xistos argilosos. Esta área é dominada por uma série de superfícies planálticas com uma altitude média de 1.200 m.

A norte, a planície costeira eleva-se bastante suavemente a partir do litoral atlântico mas no centro e no sul do país escarpas abruptas separam-na dos bordos do planalto de Benguela-Bie (1.500-1.850 m). Na meseta do Bie alinham-se uma sucessão de serras de vertentes escarpadas como a Serra de Chela e a de Upanda (o Monte Moco situa-se nesta última). Este conjunto de planaltos transforma-se, no extremo sudeste do país, nas manifestações mais setentrionais do deserto do Calaari, que se estende entre a Namíbia e o Botswana.

Angola inclui parte dos sistemas hidrográficos do maior rio da África Ocidental, o Zaire ou Congo e do maior rio da África Oriental, o Zambese (2.680 km). As bacias ocupam grande parte do território nacional (cerca de 60 %) e são caracterizadas pelas terras altas do interior e pelos relevos da costa atlântica. O planalto e a meseta do Bie formam uma área originária da maior parte da rede fluvial angolana, cujos cursos de água vão desde o centro do País em forma radial até aos estados vizinhos e até o oceano.

No Atlântico desaguam o Congo ou Zaire, cujo estuário é partilhado com a República Democrática do Congo; o Cuanza que desagua a sul de Luanda; e o Cunene, na fronteira com a Namíbia. Afluentes do Congo pela esquerda são, entre outros, o Cuango, o Cuilo e o

Casai, formando o primeiro e o último uma boa parte da fronteira com a República Democrática do Congo. A sul, o Cuando e o Cubango, com o seu afluente Cuito, descem em direcção às bacias endorreicas situadas no Botswana. Por outro lado, o Zambese e os seus afluentes, de entre eles, o Lungue-Bungo, dirigem-se para o sul-sudeste, dado que pertencem à bacia Índica. Famoso pelas cascatas de cerca 100 m de altura que se formam durante o seu percurso, o rio Lucala é um afluente do Cuanza.

O **Maciço Antigo** agrupa duas grandes formações geológicas antecâmblicas (*Complexo de Base* e o *Sistema do Congo Ocidental*) e rochas eruptivas. No *Complexo de Base* reconhecem-se duas séries: uma série inferior constituída por granitos gnaissicos, gnaisses de composição variável e magmáticos, e uma série superior que engloba formações sedimentares altamente metamorfizadas (agrupando filádios, xistos vários e quartzitos).

Sobre o Complexo de Base assenta o **Sistema do Congo Ocidental**. Este é constituído por formações sedimentares que correspondem a um megaciclo de sedimentação do Precâmbrico superior, agrupando quatro séries: Sansícuia, Alto Chiloango, Xisto-Calcária e Xisto-Gresosa. A série de Sansícuia é constituída por arcoses, quartzitos, xisto argilosos e alguns calcários. A série do Alto Chiloango é constituída por depósitos do tipo tilóide (Tilóide inferior) - formados por correntes de lama em meio submarino e englobando materiais do Complexo de Base e da Sansícuia - e por xistos argilosos, quartzitos, argilitos e calcários com algumas estruturas estromatolíticas. A série Xisto-Calcária inicia-se igualmente por depósitos do tipo tilóide (Tilóide superior) a que se sobrepõem xistos, calcários com estromatolitos e calcários dolomíticos. A série Xisto-Gresosa começa por um conglomerado a que se seguem gravaques, xistos argilosos, arcoses grosseiras e grauvaques com estratificação entrecruzada.

Das rochas eruptivas, umas são consideradas precâmblicas e outras mais modernas. As rochas eruptivas precâmblicas são constituídas por granitos calcoalcalinos, granodioritos, e pórfiros granodioríticos e quartzodioríticos, aflorando no distrito do Zaire e, com maior desenvolvimento, a sul do rio Cuanza. Também precâmbrica é a grande intrusão gabro-anortosítica do Sul de Angola. As outras rochas eruptivas são constituídas por granitos róseos alcalino-ortósicos ricos em fluorite, pórfiros, andesitos, dacitos e doleritos. Os granitos róseos afloram nas regiões de Sambo-Cuíma, Capelongo, Cassinga e Caiundo, e os pórfiros em Cassinga e Capelongo (Mouta, 1954).

Sob a designação **Formações de Cobertura** englobam-se as seguintes formações: rochas xisto-gressosas do Sistema do Karroo; conglomerados “grés finos-argílicos” do Cretácico Continental e “grés polimorfos” areias eoleas (possivelmente pliocénicas) e cascalhoelras roladas fluviais (provavelmente plio-plistocénicas) o que constitui o Sistema do Kalahari. As Formações de Cobertura ocupam cerca de dois terços do território angolano, sendo as formações psamíticas as largamente dominantes.

A **Orla Litoral** é dividida em cinco bacias sedimentares marinhas: Cabinda, Congo, Cuanza, Benguela e Moçâmede. A Bacia de Cuanza é a mais importante de todas, tanto em área como em valor económico. Nestas bacias sedimentares reconhecem-se formações

secundárias, terciárias e quaternárias. Em todas podem destacar-se as formações mais antigas, constituídas por conglomerados, margas gipsíferas, calcárionitos, calcários oolíticos e margosos, calcários dolomíticos e calcários fossilíferos do Cretácico inferior e superior. Seguem-se formações margosas, mais ou menos silicificadas, eocénicas.

Sobre estas camadas assentam outras, oligo-miocénicas, constituídas por margas gipsíferas, calcários gresosos, argilas e margas siltosas, arenitos, etc. As formações plio-pliostocénicas compreendem areias e conglomerados (Mouta, 1954).

Nas embocaduras dos principais rios encontram-se aluviões recentes que, segundo alguns autores, marcam o enchimento flandriano.

Aparecem nesta orla sedimentar, e com certa frequência, rochas eruptivas (como basaltos, doleritos e pórfiros) que foram datadas como cretácicas.

1.5 - Clima

A orografia peculiar do país dá lugar a uma climatologia particular que se caracteriza no litoral por ter temperaturas altas e um elevado índice de humidade que favorece um clima tropical, moderado ao longo da planície costeira pela influencia da corrente marinha fria de Benguela. No interior a humidade diminui com a altitude e as temperaturas, com máximas de 26 °C na estação chuvosa, podem descer até aos 5 °C de mínima. No planalto a precipitação varia de apenas 380 mm no sul a 1.270 mm na província de Cabinda. As temperaturas, como já dito, variam com a altitude; no sul a amplitude térmica anual é muito mais acentuada do que no norte.

No país, devido as factores climáticos e físicos, ocorrem climas de tipos A, B e C segundo a classificação climática de Köppen. Nas regiões tropicais a precipitação média anual é o factor que mais diferencia os tipos climáticos: os outros factores climáticos como radiação, temperatura e evapotranspiração potencial são bastante uniformes ao longo das varias regiões do país.

Em Angola temos duas estações com duração diferente consoante a zona do país em consideração: uma estação seca e fresca (cacimbo) e uma estação pluviosa e quente (Martins, 1979). A norte dos 12° de latitude Sul e para o interior do país, a época das chuvas tem uma duração de 7-8 meses, de Outubro a fins de Maio. A estação seca abrange os meses de Junho, Julho e Agosto. No litoral, a precipitação é geralmente mais fraca de que nas outras zonas do país. Entre 12° e 15° há uma região no interior em que a época das chuvas tem a duração de 5-6 meses, de Outubro a Março; a sul desta região e

em todo o litoral abaixo dos 12° a época das chuvas tem a duração de apenas 3-4 meses, de Dezembro até Março.

A precipitação média anual em Angola diminui com o aumento da latitude sul e, geralmente, da faixa litoral para o interior (Figura 3). A área com precipitações maiores é o extremo nordeste do território e, pelo contrário, a zona costeira a sul da baía de Benguela é a com menor precipitação. A pluviométrica varia entre os 5 mm em Namibe até um máximo de 1.150 mm anuais em Dundo (nordeste). A mediana da precipitação anual é maior de que 1.400 mm a Norte, inferior a 700 mm a Sul e inferior a 200 mm na faixa costeira a sul de Benguela.

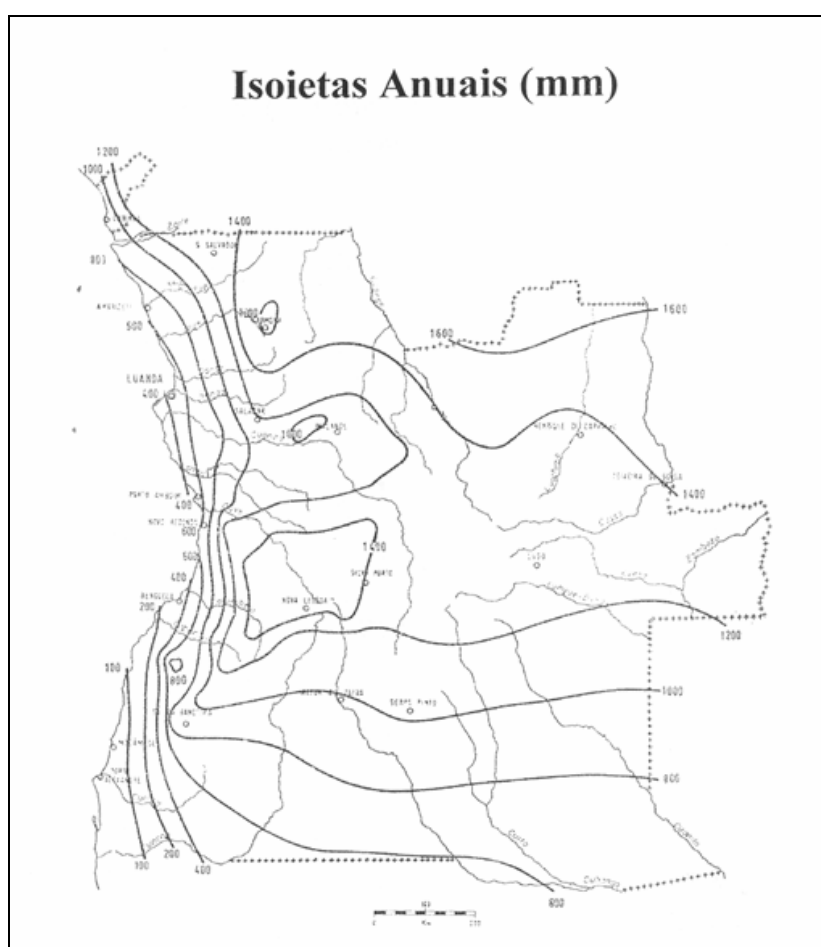


Figura 3 – Isoietas anuais (mm) no território angolano.

A norte do paralelo 12° Sul e no interior o valor mínimo é em Junho e Julho, durante a época seca. A temperatura aumenta nos meses seguintes, tendo um pico entre Agosto e Outubro. O valor máximo da temperatura média é atingindo entre Agosto e Outubro, antes da época das chuvas. É muito importante salientar que a amplitude térmica é muito limitada e, por exemplo, em Malange é apenas cerca de 2,5 °C. Pelo contrário nas zonas mais

interiores (devido sobretudo à presença de relevos) a amplitude térmica pode chegar aos 8 °C. Na zona costeira, a temperatura média mensal tem um máximo entre Janeiro e Abril.

Há vários factores que afectam as temperaturas médias mensais do ar: latitude, relevo e precipitação.

As regiões mais quentes são as junto ao litoral e, de Cabinda até ao Cuanza Sul, a temperatura varia entre 24 e 26 °C. A altitude afecta as temperaturas: para o interior a temperatura baixa até aos 22 °C. Dito isto, pode-se notar como a zona das Províncias de Huambo, Bie e Huila é a mais fria de Angola, tendo temperaturas medias anuais entre os 17 °C e 20 °C.

1.6 - Vegetação

Estas características climáticas, juntamente com as orográficas e as hidrográficas, dão lugar a uma vegetação variada na qual predominam as matas nas mesetas interiores e as florestas nas zonas mais chuvosas do norte e nordeste, com uma grande biodiversidade. Encontram-se também extensas áreas de savanas e estepes, com plantas xerófilas nas zonas mais secas e mangais nas desembocaduras dos rios. A área da província de Cabinda, ao norte do rio Congo, está coberta por florestas tropicais.

Em geral, a variação térmica anual do país é limitada (cerca de 5-6 °C) e, isso significa que não há alguma limitação para o crescimento e desenvolvimento da vegetação, seja para espécies temperadas, seja para espécies tropicais.

De acordo com a Carta Fitogeográfica de Angola (Gossweiler, 1939), as principais formações vegetativas existentes em Angola são: Florestas Húmidas de Baixas e Médias Altitudes, Matas e Savanas de Tipos Relativamente Húmidos e Matas e Savanas de Tipos Relativamente Secos.

As **Florestas Húmidas de Baixas e Médias Altitudes** não se encontram em Angola, a não ser em pequenos retalhos, florestas ombrófilas sempre-verdes equatoriais, predominando nas zonas mais húmidas as florestas mesófilas semicaducifólias, de que os exemplos mais típicos são a floresta do Maiombe, certas galerias florestais de alguns rios do Norte do País, os palmares de *Elaeis guineensis* Jacq., e a floresta cafeeira de Angola e outros agrupamentos florestais considerados por Gossweiler como pertencentes *Laurilignosa* ou floresta de chuvas e nevoeiros (Gossweiler, 1939; Barbosa, 1970).

A floresta do Maiombe é uma floresta composta por vários andares, o dominante em geral formado por espécies perenifólias e de elevada estatura (*Gossweilerodendron balsamiferum* Harms, *Terminalia superbia* Engl., *Chlorophora excelsa* Benth. & Hook. F., *Eentandrophragma angolensis* C.DC., *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., *Canarium schweinfurthii*

Engl.) e o sub-bosque formado por arbustos ou árvores de pequena estatura, sempervirentes, sendo muito numerosas as espécies lianiformes.

A floresta cafeeira é uma floresta constituída por essências do andar dominante de estatura menos elevada que no caso da floresta do Maiombe, sendo de referir entre as espécies mais típicas são *Albizzia grabrescens* var. *angolensis* Bak. F., *A. Gumifera* (Gmel.) C. A. Smith, *A. Angolensis* Welw., *Ficus mallatocarpa* Warb., *F. mucoso* Welw., *F. exasperate* Valh., *Piptadenia Africana* Hook.f., *Maesopsis cminii* Engl., *Celtis zenkeri* Engl., *C. soyauxii* Engl., *C. kraussiana* Bernh. E *Sterculia tragacantha* Lindl.

As formações que maior extensão cobrem no território de Angola são as **Matas e Savanas de Tipos Relativamente Húmidos**, as mais importantes das quais constituem as chamadas Matas de Panda, nome por que são conhecidas as associações de espécies dos géneros *Julbernardia*, *Brachystegia* e *Combretum*, acompanhadas por espécies de *Burkea*, *Baphia*, *Swartzia*, *Maprounea*, *Parinari* e *Monotes*. No caso de pomar, a vegetação é constituída por componentes de *Duriherbosa* típica, associadas a arbustos ou pequenas árvores entre as quais abundam espécies dos géneros *Dombeya*, *Combretum*, *Annona* e ainda *Piliostigma thonningii*.

As savanas fazem transição da vegetação lenhosa para a vegetação herbácea e são, com muita frequência, de origem antrópica. A vegetação é em geral caracterizada pela dominância de plantas herbáceas nas quais sobrelevam em importância as gramíneas, cuja parte aérea se renova anualmente, estando verdes apenas na estação das chuvas, e constitui uma comunidade pirofítica onde predominam várias espécies do género *Hyparrhenia* ou associações *Hyparrhenia-Andropogon*.

As **Matas e Savanas de Tipos Relativamente Secos** estabelecem a transição entre as Matas de Panda ocorrendo em climas mais húmidos e as estepes arbóreas nos climas mais secos. A fisionomia e composição florística destas formações é muito variada, mas predominam as espinheiras ou árvores ou arbustos microfilos, quase todo o ano sem folhas, ou as formações de mutiati nas áreas mais secas, e as savanas e outras associações notáveis da zona fitosociológica de *Adansonia digitata* L., nas áreas menos secas.

2 - OS SOLOS DAS ÁREAS TROPICAIS

2.1 - Considerações gerais

A análise pedológica é, sem dúvida, de fundamental importância para basear os sistemas e práticas de gestão e a sustentabilidade dos ecossistemas e a qualidade do ambiente. O estudo das características físicas, químicas e biológicas dos solos torna-se cada vez mais importante e, hoje em dia, é já possível obter muitas informações em relação à maioria dos solos existentes.

Nos países em vias de desenvolvimento ou subdesenvolvidos, onde a agricultura ainda tem um papel crucial não só para a economia do país mas sobretudo para a vida de milhões de agricultores, a análise das propriedades dos solos reveste-se de extraordinária importância. A agricultura nestes países é ainda muito pouco desenvolvida; de facto, os rendimentos são em regra muito baixos devido: (i) à falta de tecnologia (máquinas agrícolas, sistemas de rega, etc.); (ii) às perdas elevadas pós-colheita (devido quer ao clima quer à falta de sistemas de condicionamento para o produto obtido); (iii) à situação climática às vezes muito difícil para as práticas agrícolas (períodos de seca prolongados ou elevada queda pluviométrica).

Assim, o enquadramento geomorfológico e a análise mineralógica e química dos solos utilizados torna-se muito útil seja para a obtenção de produções de boa qualidade, seja para garantir a sustentabilidade do sistema de exploração agrícola. De facto, a quantidade e a qualidade da produção vegetal obtida num determinado sítio, depende em grande parte da origem e constituição dos respectivos solos. Hoje em dia, estão disponíveis muitas novas tecnologias que entraram no mundo da agricultura: OGMs, sistemas de rega localizada, máquinas agrícolas de alto rendimento, etc...Mas, por si só, não podem melhorar as receitas dos agricultores. Os micro e macro elementos presentes nos solos são fundamentais, na medida em que contribuem para o crescimento das plantas e, consequentemente, para a obtenção de adequada produção final.

Os solos são produtos da interacção entre o clima e as formações geológicas presentes *in situ*. Os processos de formação do solo (pedogénese) envolvem relações físicas e químicas e são influenciadas por factores biológicos (vegetação e fauna) que, actuando nos materiais mais superficiais, concorrem à formação e diferenciação dos horizontes do solo (Giesecking, 1975).

2.2 - Factores de formação do solo

Os solos das regiões tropicais e sub-tropicais apresentam diferenças substanciais quando comparados com os solos das regiões das latitudes mais elevadas. Isto tem a ver não só com as próprias características físicas e químicas mas também com muitos outros factores que levaram à formação do solo.

Os principais factores de formação do solo são: rocha-mãe, clima (temperatura e precipitação), organismos (vegetação, microorganismos, homem), relevo e tempo (Brady & Weil, 1999). O solo é portanto uma função destes cinco factores (variáveis):

$$S = f (R, C, O, R, T),$$

onde: **R** = Rocha-mãe; **C** = Clima; **O** = Organismos; **R** = Relevo; **T** = Tempo

A interacção entre os cinco factores determina a formação dum tipo de solo. A *Pedogénese* é o conjunto de processos que leva à diferenciação dos horizontes; o conjunto de horizontes observados num corte vertical no terreno constitui o *perfil* do solo; em muitos casos, um perfil atinge profundidades que vão para além de 2 m. Sob o solo e respectivo material originário, encontra-se o substrato ainda não afectado pela acção dos factores acima referidos (*Rocha-mãe*).

Os solos são produtos da interacção entre o clima e as formações geológicas presentes na crosta terrestre (Botelho da Costa, 2004). O clima actua sobre as rochas para formar matérias de partida, devido sobretudo a processos de natureza química, física e biológica (alteração ou meteorização). A pedogénese nas áreas tropicais é geralmente mais rápida e intensa do que nas áreas temperadas, em virtude da humidade e as altas temperaturas durante a maior parte do ano favorecerem a alteração química dos minerais e promoverem a lixiviação dos produtos de alteração solúveis para fora do perfil. Além disso, as rochas-mães são muito antigas e os materiais constituintes já foram objecto de fortes alterações e lixiviações.

Um dos factores mais importantes a serem tomados em conta nas áreas tropicais e sub-tropicais é sem dúvida o clima. O clima é uma das poucas variáveis que nos permite distinguir os solos tropicais daqueles das regiões temperadas. Será então fundamental considerar não só o clima que actualmente interessa as regiões consideradas mas, também, as passadas épocas climáticas que determinaram a formação dos solos actuais.

Falando em factores climáticos que podem afectar a formação e evolução dos solos nestes ambientes, temos que ter em conta sobretudo dois: temperatura e a precipitação. Os efeitos combinados das temperaturas e da humidade determinam um “ambiente-ecológico” que influencia a formação e o comportamento do solo e o crescimento das plantas. As principais diferenças entre os climas tropicais e temperados no que nos diz respeito à temperatura são as seguintes: nas regiões tropicais, a temperatura média anual é maior, a flutuação sazonal da temperatura (variação mensal) é muito menor, o efeito da altitude na flutuação sazonal da temperatura é menor, o efeito da altitude na flutuação diária da temperatura é maior.

A maior parte das regiões situadas entre os trópicos, tendo um menor ângulo de incidência da radiação solar, recebem uma quantidade de energia muito maior de que nas altas latitudes. Sendo assim, a radiação solar determina uma rápida subida da temperatura nos solos, sobretudo nos horizontes mais superficiais. A matéria orgânica (geralmente mais abundante nos horizontes próximos da superfície), sendo muito susceptível às variações de temperatura, decompõe-se mais rapidamente nestas condições climáticas tropicais (Sanchez, 1976). De facto, as altas temperaturas influenciam a velocidade de todos os processos químicos e biológicos que ocorrem nos solos.

As propriedades dos solos também afectam o grau de variação de temperatura que ocorrem nos mesmos; esta variação depende do calor específico do solo e da própria condutividade térmica. À capacidade de campo, o calor específico dum solo de textura mediana é mais ou menos 50 % maior de que ao ponto de emurchecimento. A condutividade térmica dos solos varia com a humidade, a densidade, a quantidade de matéria orgânica e o conteúdo em minerais de quartzo.

Nas regiões tropicais menos desenvolvidas, onde temos uma agricultura ainda de regime familiar, há também uma outra prática que leva à subida das temperaturas dos solos: o “slash and burn”. Para muitos agricultores é a prática mais económica e viável para eliminar a vegetação dos campos e permitir assim o respectivo cultivo. As mudanças na temperatura dos solos devidas à queima da vegetação dependem obviamente da intensidade e duração do fogo (Van Wambeke, 1992). As altas temperaturas geradas nas camadas superficiais determinam a perda de matéria orgânica e uns efeitos directos na microflora e fauna.

Falando em regimes pluviométricos em ambientes tropicais, há diferenças muito grandes entre, por exemplo, zonas desérticas e climas húmidos. A estação de crescimento

da maioria das culturas nos trópicos é bastante mais definida pela duração da estação das chuvas do que pelas variações de temperaturas ao longo do ano.

A área tropical é uma região de chuvas de Verão. A época óptima para a formação das nuvens e para as máximas chuvas acontece quando, numa certa zona, o sol se encontra muito alto ao meio dia. A precipitação anual pode variar muito de ano para ano. Nieuwolt (1977) considera representativas variações entre 50 e 150 % da média anual durante um período de 30 anos (Sanchez, 1976). A distribuição das chuvas pode ser muito irregular durante a estação húmida, e, aliás, vários dias seguidos podem até não ter precipitações.

A intensidade das precipitações é um factor muito importante a ser considerado quando se consideram os solos das áreas tropicais húmidas; de facto, afecta a quantidade de água que é perdida por escoamento superficial e determina o seu poder de erosão. A erosão depende das características físicas (dimensão das gotas, o seu número por unidade temporal, a sua velocidade e a energia cinética que desenvolvem) mas também da duração temporal das chuvas. Nas áreas tropicais, a erosão hídrica é um problema bastante importante que, geralmente, leva a um gradual empobrecimento dos solos.

As chuvas de Verão, que humedecem o solo quando as temperaturas são altas, determinam um aumento significativo das taxas de decomposição devido a uma rápida transformação dos componentes orgânicos. De facto, as taxas de decomposição no climas tropicais são bem mais elevadas de que nos climas temperados.

2.3 - Características gerais dos solos das áreas tropicais. Diferenças com os solos do meio temperado

São grandes as diferenças entre o meio tropical e o meio temperado. O clima é claramente uma variável muito importante a ser considerada, pois, através dos regimes de temperatura e humidade, se reflecte necessariamente nas características dos solos e na natureza e características das próprias formações vegetais.

Os solos tropicais podem ser definidos como todos os solos que é possível encontrar na área tropical, ou seja a área do planeta entre os dois Trópicos. Os solos tropicais tem um regime de temperatura "iso": há uma diferença de 5 °C ou menos entre as temperaturas médias de Verão e as temperaturas média do Inverno. A grande diversidade dos solos nas áreas tropicais é uma consequência da grande variedade de ecossistemas diferentes que é possível encontrar nesta faixa: das áreas desérticas às áreas de floresta equatorial.

Dado que o agente necessário para que o ataque químico se processe é a água e que também a velocidade das reacções químicas aumenta com a temperatura, é evidente que a meteorização química assume características e intensidade diferentes não só quando se

comparam as zonas tropicais com as zonas temperadas mas também quando compararmos trópicos húmidos com os trópicos secos. Poderá dizer-se que nos trópicos húmidos a hidrólise dos silicatos é quase total e os minerais de argila são originados, predominantemente, por síntese *in situ*, nas regiões temperadas a hidrólise é parcial e progressiva e parte importante dos minerais de argila é originada por mecanismos que não requerem a completa destruição dos minerais primários, com total libertação dos seus constituintes (Cardoso Franco, 1991).

As migrações de produtos em solução ou constituintes coloidais em dispersão podem atingir grande intensidade nas áreas tropicais. Nos trópicos húmidos grande parte ou mesmo a totalidade da sílica libertada pela hidrólise dos silicatos é lixiviada, desde que as condições de drenagem sejam favoráveis. Em contraste, nas regiões temperadas a hidrólise dos silicatos é menos intensa e menos completa e a acção do próprio factor hidrodinâmico é mais suave, apenas promove a evacuação parcial da sílica, de tal modo que a proporção que permanece na zona de alteração é suficiente para se combinar com o alumínio presente e originar minerais de argila de vários tipos.

Um outro processo diferenciador da pedogénese em meio tropical por comparação com aquela em meio temperado reside na acção desenvolvida pelas térmitas sobre os solos das regiões tropicais. Essa acção é um dos mecanismos responsáveis por grande movimentação e redistribuição de materiais terrosos operada na parte superior do solo, com forte perturbação da morfologia e de algumas características físicas e químicas originais.

2.3.1 - Propriedades Físicas

As propriedades físicas dos solos são as responsáveis pela circulação de ar, água, calor e nutrientes no solo. São muito variáveis nos solos tropicais, consoante o tipo de solo e ecossistema considerado. Muitas propriedades físicas dos solos podem ser afectadas pelo cultivo, que deixa o solo menos permeável e mais susceptível à erosão e lixiviação. A aptidão dos solos para reter e disponibilizar água para as plantas é um dos factores mais limitantes nas áreas tropicais.

A estrutura dum solo é definida como a disposição espacial dos agregados e das partículas singulares. Esta propriedade tem um papel muito importante sobretudo nos solos pesados (os de textura fina), que são os mais susceptíveis a problemas de natureza física ou mecânica. A estabilidade dos agregados é geralmente utilizada para medir a estabilidade da estrutura do solo.

As práticas agrícolas podem deteriorar muito a estrutura dos solos tropicais. Os efeitos dos sistemas de agricultura intensivos foram estudados por Grohmann (1960) num *Oxisol* e

num *Ultisol* no Brasil, tendo concluído que a agricultura reduz para metade a percentagem dos agregados estáveis maiores do que 2 mm; em contraste, aumenta a percentagem de agregados de pequenas dimensões, ocorrendo, assim, uma diminuição dos macro-poros, e também uma menor infiltração da água. Por outro lado, os efeitos do abate da floresta foram analisados por Cunningham (1963) em solos franco arenosos (*Alfisols*) no Gana, observando-se uma redução da respectiva porosidade e da percentagem dos agregados maiores de 3 mm (Sanchez, 1976).

Não obstante apresentarem textura fina, os solos mais frequentes nas áreas tropicais (em geral, os *Oxisols* ou *Ferralsols* e as famílias *oxidic* dos *Ultisols*, *Alfisols* e *Inceptisols*) têm uma boa estrutura devido à agregação das partículas primárias em estruturas estáveis. A grande estabilidade estrutural desses solos, nomeadamente do horizonte subsuperficial (ferrálico), é associada a uma alta percentagem em argila, em que as formas minerais de ferro e também de alumínio têm um papel preponderante (Sanchez, 1976; Van Wambeke, 1992). A matéria orgânica é também associada a essa estabilidade dos agregados, exercendo-se a sua acção sobretudo nos horizontes superficiais.

As propriedades mecânicas dos solos têm uma grande importância nas áreas de clima tropical, pois determinam a aptidão ou menos dos solos para as práticas agrícolas. A maioria dos solos das áreas tropicais húmidas, tendo uma elevada percentagem de argila, poderão ser pouco permeáveis e pouco arejados devido à má drenagem do excesso de água. As propriedades físicas dos solos das áreas tropicais como a **Densidade** (massa de solo referida à unidade de volume) e a **Porosidade** (volume dos espaços vazios do solo em relação com o volume total) são menos afectadas do que nas áreas temperadas; também devido à constituição mineralógica dos solos das áreas tropicais. Pela mesma razão, a manifestação da plasticidade, adesividade e coesão é menos pronunciada do que nos solos das áreas temperadas (Botelho da Costa, 2004).

2.3.2 - Propriedades químicas

A natureza e as propriedades dos minerais de argila são mais variáveis nos trópicos de que nas regiões temperadas (Sanchez, 1976). Os principais minerais de argila dos solos tropicais podem ser divididos em dois grupos: aqueles com carga constante ou permanente e aqueles com carga variável. Os minerais com carga permanente são os do tipo 2:1 (montmorillonite, vermiculite, illite), 2:2 (clorite) e 1:1 (caulinite). Os minerais de carga variável são minerais intermédios (misturas de minerais 2:1 com hidróxidos de ferro e alumínio), muitas espécies de óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio e alofana. Os minerais de argila interagem entre si e com a matéria orgânica do solo. Os solos das áreas

tropicais têm 60% de carga variável, com só 10% de carga permanente (Lal & Sanchez, 1992).

Vertisols, *Mollisols*, *Aridisols* e alguns *Alfisols*, *Inceptisols* e *Entisols* têm principalmente carga permanente com um pequeno grau de carga variável. Por esta razão, as propriedades químicas destes solos são parecidas com aquelas dos solos das áreas temperadas.

Os *Oxisols*, *Ultisols* e alguns *Alfisols* e *Inceptisols* (muito comuns nas áreas tropicais) têm quer carga permanente quer carga variável devido à presença de minerais pH dependentes como hidróxidos de ferro e alumínio e caulinite.

No contexto das propriedades químicas do solo, em ambiente tropical, merece particular atenção a reacção do solo (pH) - determinada através da relação quantitativa entre iões hidrogénio e iões oxidrilo presentes na solução do solo - que por si própria resulta duma dinâmica complexa entre vários factores químicos e biológicos. De facto, uma grande parte dos solos das áreas tropicais têm problemas de acidez devido a uma carência em bases que determina um excesso em iões H^+ na respectiva solução e no complexo de troca.; o pH afecta extraordinariamente a solubilidade de vários elementos, como por exemplo o Fe e o Al.

Devido à fraca quantidade de bases de troca (quase sempre provocada por lixiviação ou absorção biológica), o complexo de troca dos solos das áreas tropicais é muitas vezes bastante saturado por iões H e Al, determinando uma elevada acidez. Nestas condições de acidez e devido à falta quer de minerais de argila de alta actividade (sobretudo 2:1) quer de matéria orgânica e à presença de minerais de argila de baixa actividade (caulinite e minerais de ferro e alumínio), nos solos das áreas tropicais a **Capacidade de Troca Catiónica (CTC)** - a quantidade de catiões de troca (expressa em $cmolc\ kg^{-1}$) que um material pode reter na própria superfície - resulta ser muito baixa e, portanto, as plantas manifestam elevada deficiência de K, Ca e Mg, mas também de N e P. A troca iónica representa um dos principais mecanismos no solo para reter e disponibilizar elementos como Ca, Mg, K; portanto, a CTC é um índice potencial para estabelecer a fertilidade química dos solos. Os solos com baixos valores de pH podem apresentar uma certa **Capacidade de Troca Aniónica (CTA)**. Aniões como sulfato, cloretos e nitratos podem ser trocados por estas cargas positivas assim como os catiões são trocados por cargas negativas (Sanchez, 1976).

O P (juntamente com o N) é sem duvida um dos elementos mais carentes nos solos das áreas tropicais (sobretudo nos *Oxisols* e *Ultisols*)(Sanchez, 1976). Muito solos tropicais têm alta capacidade de adsorção e imobilização (fixação) do P. *Oxisols* e *Ultisols* fortemente ácidos e alterados geralmente têm grande capacidade de fixação do P; pelo contrario, solos com uma reacção mais básica, têm uma capacidade inferior. A fixação é

maior nos solos com argilas de baixa actividade e menor nos solos com argilas 2:1 (Sanchez, 1976). A fixação do P é um fenómeno que acontece muito frequentemente nos solos das áreas tropicais devido, sobretudo, à reacção do solo geralmente mais ácida, à maior presença de argilas de baixa actividade e óxidos de Fe e Al (Sanchez, 1976). O P sob forma orgânica representa geralmente 20 - 50 % do total presente nos horizontes superficiais, chegando até 60 - 80 % nos *Oxisols*, *Ultisols* e *Alfisols* fortemente alterados. Sobretudo nos solos onde o P encontra-se sob forma orgânica, a manutenção da matéria orgânica nos horizontes superficiais significa manter uma boa percentagem de P sob esta forma.

Assim como na CTC, obviamente também no caso do **Grau de Saturação em Bases (GSB)** - definido como a relação percentual entre a soma das concentrações das bases de troca (Ca, Mg, K e Na) e a capacidade de troca catiónica (expressas em cmolc kg^{-1}) - os valores comuns nos solos das áreas tropicais resultam ser bastante baixos. Os valores mais baixos encontram-se em solos ácidos, pobres em bases, nos quais o complexo de troca apresenta elevado grau de saturação por iões hidrogénio e alumínio. O grau de saturação em bases tem reflexos directos em dois aspectos da fertilidade do terreno: influencia a nutrição mineral das plantas e afecta a estrutura do solo.

3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESTUDOS DOS SOLOS DA REPÚBLICA DE ANGOLA²

A primeira informação conhecida sobre os solos de Angola data de 1878. A partir daí surgem alguns estudos pontuais - dispersos e em geral rudimentares, efectuados por técnicos angolanos - e até mesmo referências internacionais aos presumíveis tipos de solos existentes em Angola, como são as contidas nos dois mapas de solos entretanto publicados relativamente ao continente africano (Shantz & Marbut, 1923; Schokaslsky, 1944).

Verdadeiramente, o estudo sistemático e permanente dos solos de Angola - como é lógico, segundo uma perspectiva pedológica - só se iniciou em 1946, devido à iniciativa da Secção de Física Agrícola do Instituto Superior de Agronomia (Botelho da Costa & Azevedo, 1947).

O estudo foi-se desenvolvendo até à independência de Angola, a partir de 1951 com a colaboração da Junta de Investigação do Ultramar (hoje Instituto de Investigação Científica Tropical) - onde se constituíram a Missão de Pedologia de Angola (1953-1973) e o Centro de Estudos de Pedologia Tropical (1960-2004). Esse estudo teve sempre a intervenção e a direcção de docentes do Instituto Superior de Agronomia pertencentes à Secção de Pedologia/Departamento de Ciências do Ambiente, unidade esta que foi a sede tanto do Centro como da Missão.

Desde 1956 o estudo dos solos de Angola foi amplamente intensificado com o trabalho de outras entidades, quer grupos privados actuando no domínio da caracterização e cartografia de solos, quer núcleos de investigação dos serviços oficiais de Angola (nomeadamente Serviços Agrícolas, Brigada Agrológica do Caminho de Ferro de Moçâmedes, Instituto de Investigação Agronómica de Angola e Faculdade de Agronomia da Universidade de Luanda).

A actividade em Angola decorreu principalmente nas seguintes áreas: caracterização, classificação e cartografia dos solos; física, química e mineralogia do solo; pedogénese; micromorfologia do solo; degradação, conservação e recuperação dos solos; fertilidade do solo e nutrição mineral das culturas; tecnologia geral do solo, com relevo para a tecnologia da fertilização; pedoclima.

Dos projectos desenvolvidos deve destacar-se pela projecção e particular importância para a programação da generalidade dos demais projectos levados a cabo, o respeitante à *Carta Geral dos Solos de Angola*. Idealizado pela Missão de Pedologia de Angola, foi iniciado em 1954 e executado apenas por ela nos primeiros anos e, a partir de 1960 (com a

² Texto apoiado em Ricardo & Réffega (2003) e Ricardo, Raposo & Madeira (2006).

criação de Centro de Pedologia Tropical), por ambas as instituições de forma perfeitamente integrada em íntima e permanente cooperação. Trata-se de uma carta pedológica de pequena escala, a qual tem sido publicada parcelarmente em unidades correspondentes às províncias de Angola (designadas distritos antes da independência do território). A situação em que se encontra a carta no que se refere à sua elaboração é a constante na Figura 4.

Simultaneamente com a realização dos estudos respeitantes à *Carta Geral dos Solos de Angola*, reconheceu-se existir o maior interesse em efectuar uma *Carta Generalizada dos Solos de Angola* com a qual se procurava divulgar, relativamente à globalidade do território angolano, o conhecimento sucessivamente atingido quanto às características, tipologia, classificação e distribuição geográfica dos solos de Angola – conhecimento esse que era directo em relação às áreas entretanto estudadas e que correspondia a uma previsão no respeitante às áreas ainda não estudadas, fazendo-se tal previsão por extrapolação para estas últimas áreas dos conhecimentos que se haviam obtido directamente nas primeiras, atendendo à correlação verificada entre os respectivos factores pedogenéticos. A *Carta Generalizada*, até à data, teve quatro aproximações.

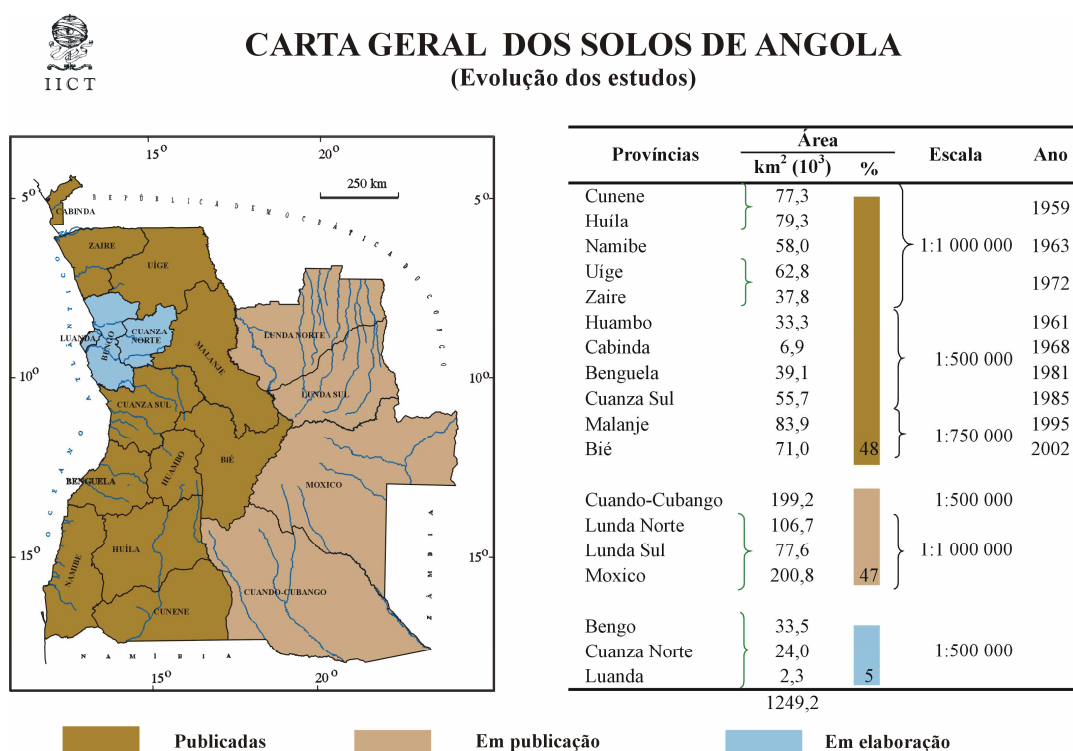


Figura 4 - Carta Geral dos Solos de Angola.

A *Quarta Aproximação* (Figura 5) concluiu-se em 1997 (numa versão digital, formato vectorial) e foi elaborada utilizando a Classificação de WRB.

A primeira versão da WRB foi lançada durante o 16º “World Congress of Soil Science” em Montpellier em 1998 e, desde então, tornou-se a referencia oficial para a nomenclatura dos solos e para a classificação dos mesmos na Comissão Europeia e foi adoptada como

ferramenta preferida pela “West and Central African Soil Science Association” para harmonizar e trocar informações na região (WRB, 2006).

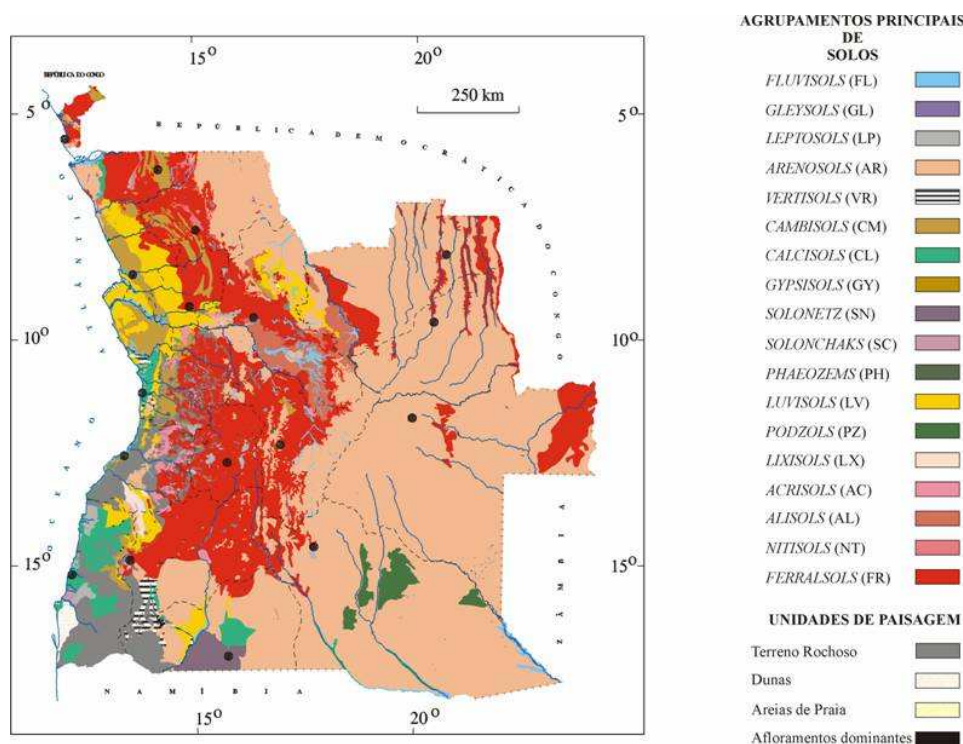


Figura 5 - Carta Generalizada dos Solos de Angola (Quarta aproximação).

A segunda edição da WRB sofreu uma grande revisão. De facto, foram introduzidos os *Technosols* e os *Stagnosols*, tendo assim 32 “**Reference Soil Groups**” (RSGs) em lugar de 30. As definições de muitos horizontes diagnósticos e de algumas propriedades dos solos foram ajustadas.

Os princípios de base mais importantes para a classificação WRB são:

- A classificação dos solos baseia-se nas propriedades dos solos em termos de horizontes, propriedades e materiais diagnósticos.
- A selecção das características diagnosticas deve ter em conta a relação delas com a pedogénese do solo.
- Parâmetros climáticos não são utilizados na classificação dos solos.
- A WRB consta de dois níveis de detalhe categórico:
 - a **Reference Base**, limitada ao primeiro nível e tendo 32 RSGs
 - a **WRB Classification System**, consistindo em combinações de prefixos e sufixos qualificativos que permitem a exacta caracterização e classificação dos vários tipos de solos.

Os 32 RSGs indicam os principais factores e processos que mais condicionaram a formação do solo.

A diferenciação dos grupos é feita conforme os seguintes princípios:

1. Solos orgânicos separados dos solos minerais (**Histosols**).
2. Solos formados devido à actividade humana, daí a posição dos **Anthrosols** e dos **Technosols** depois dos **Histosols**.
3. Solos com limitações para o enraizamento (**Cryosols** e **Leptosols**).
4. Solos influenciados pela acção da água (**Vertisols**, **Fluvisols**, **Solonetz**, **Solonchaks** e **Gleysols**).
5. RSGs onde o Ferro e/ou o Alumínio têm um papel importante na pedogénese (**Andosols**, **Podzols**, **Plinthosols**, **Nitisols** e **Ferralsols**).
6. Solos encharcados (**Planosols** e **Stagnosols**).
7. Solos com horizontes superficiais ricos em matéria orgânica e alto GSB (**Chernozems**, **Kastanozens** e **Phaeozems**).
8. Solos de áreas áridas com acumulação de giz (**Gypsisols**) e carbonatos de cálcio (**Calcisols**).
9. Solos com alta percentagem em argila nos horizontes mais sub-superficiais (**Albeluvisols**, **Alisols**, **Acrisols**, **Luvissols** e **Lixisols**).
10. Solos jovens ou solos com escasso desenvolvimento (**Umbrisols**, **Arenosols**, **Cambisols** e **Regosols**).

A maioria dos solos da zona interior da República de Angola pertencem a dois grupos: *Ferralsols* e *Arenosols*.

1 - MATERIAL

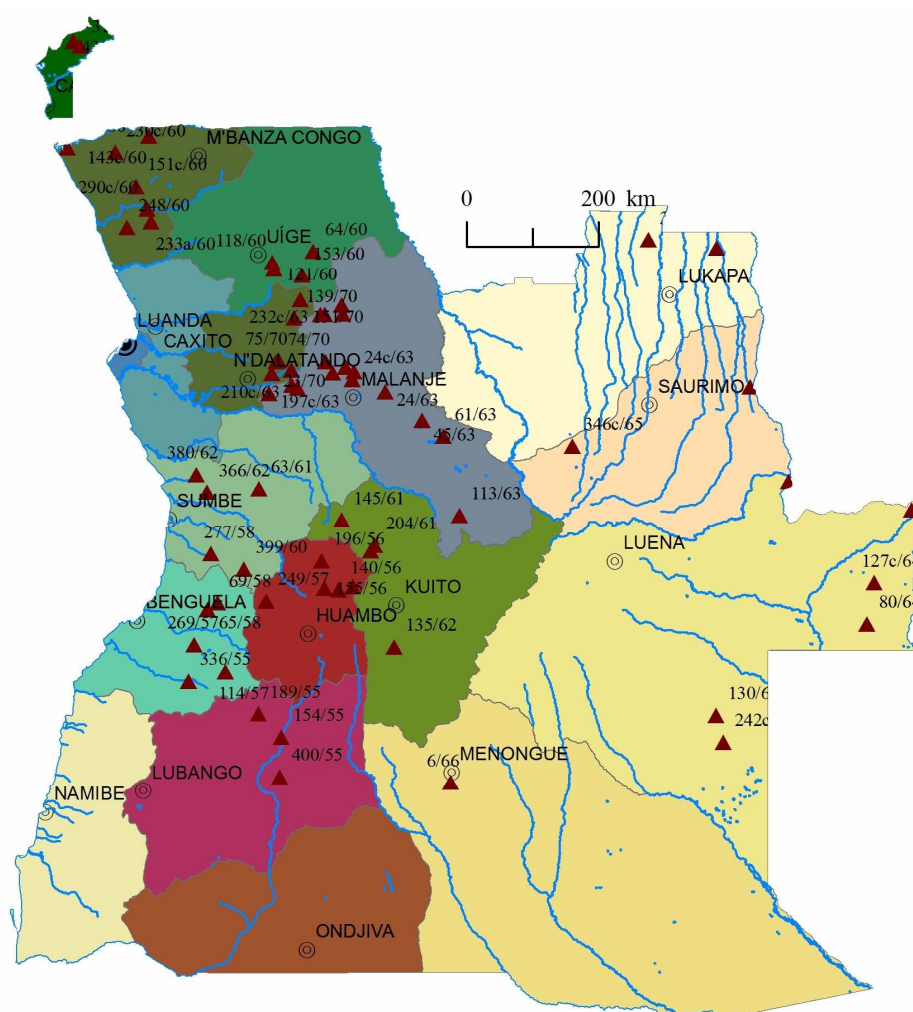


Figura 6 - Mapa com localização dos perfis estudados.

Esses perfis distribuem-se pelos seguintes oito grupos de solos: **Solos Fracamente Ferrálicos** (129 Horizontes, 26 Perfis), **Solos Tipoferrálicos** (62 Horizontes, 14 Perfis), **Solos Tipoparaferálicos** (15 Horizontes, 4 Perfis), **Solos Psamoferrálicos Fr-Ar** (15 Horizontes, 3 Perfis), **Solos Psamoferrálicos Ar-Fr** (26 Horizontes, 5 Perfis), **Solos**

Fersialícos (44 Horizontes, 10 Perfis), **Solos Eutroparaferalícos** (25 Horizontes, 5 Perfis) e **Psamorregosolos** e **Solos Oxipsâmicos** (31 Horizontes, 5 Perfis).

2 - MÉTODOS

2.1 - Introdução

Como já foi dito, a troca catiónica é a reacção de troca entre os catiões adsorvidos nos colóides do solo e os catiões presentes na solução do solo. Os catiões mais importantes presentes no solo são Ca, Mg, K, Na, Al e H mas, apenas os primeiros quatro elementos (dominantes nos solos alcalinos ou neutros) constituem as bases de troca. Pelo contrário, Al e H são os catiões de troca dominantes nos solos de reacção acida.

As análises correntes relativas à caracterização do complexo de troca catiónica do solo são as seguintes (Brady & Weil, 1999):

- Determinação da concentração das bases de troca (Ca, Mg, K e Na) e da respectiva soma (soma das bases de troca);
- Determinação da capacidade de troca catiónica ou seja, a máxima quantidade de catiões que um material pode reter sob a forma permutável;
- Determinação do grau de saturação em bases.

Para medir os parâmetros respeitantes ao complexo de troca do solo são normalmente utilizados dois métodos laboratoriais: **Método de Mehlich** a pH 8,1 e **Método do acetato de amónio** a pH 7,0.

2.2 - Método de Mehlich

De acordo com a metodologia descrita por Póvoas & Barral (1992), a amostra é lixiviada com uma solução de trietanolamina-cloreto de bário tamponizada a pH 8,1. Faz-se uma segunda lixiviação com uma solução de cloreto de bário 0,1 N de modo a assegurar uma completa saturação do complexo de troca pelo bário. O excesso de bário é eliminado por 6 lavagens com água destilada.

A determinação das bases de troca é feita no lixiviado, sendo o Ca, Mg, K e Na doseados por espectrofotometria de absorção atómica.

A CTC é determinada por substituição do bário adsorvido na terra, pelo Ca, por lixiviação com uma solução de cloreto de cálcio a pH 8,1. O bário é doseado colorimetricamente.

A acidez titulável é determinada por titulação do lixiviado com ácido clorídrico, até viragem do indicador. A diferença entre os miliequivalentes de ácido gastos na titulação do ensaio em branco e na titulação do lixiviado dá o valor do H de troca.

Material

O material necessário é:

- Balança analítica de sensibilidade 10^{-4} g
- Potenciômetro
- Centrifuga
- Estufa de secagem
- Espectrofotômetro UV/Visível
- Espectrofotômetro de absorção atômica
- Alongas com placa porosa de vidro
- Suportes para alongas
- Moinho para moer papel de filtro
- Trompa de água
- Copos de 400 mL
- Balões de 25 e 200 mL
- Bureta automática de 2000 mL
- Tubos de centrifuga de vidro de 50 mL
- Vidros de relógio com 4 e 8 cm de diâmetro
- Papel de filtro Whatman n.^{os} 40, 41 e 42.

Reagentes

Os reagentes utilizados são:

- Trietanolamina ($C_6H_{15}NO_3$)
- Ácido clorídrico (HCl) a 37 %
- Solução de ácido clorídrico (HCl) 1 M
- Solução de cloreto de bário-trietanolamina a pH 8,1
- Solução de cloreto de bário ($BaCl_2 \cdot 2H_2O$) 1 M
- Solução de ácido clorídrico (HCl) aproximadamente 0,05 M
- Indicador misto
- Solução saturada de hidróxido de cálcio ($Ca(OH)_2$)
- Solução de cloreto de cálcio ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$) a pH 8,1
- Solução de cromato de potássio (K_2CrO_4) a 10 %

- Solução saturada de cromato de bário (BaCrO_4)
- Solução de ácido clorídrico (HCl) 1:4 (v/v)
- Solução de Sr a $60.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Ca $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Mg $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de K $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Na $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de bário 0,2 N

Modo operatório

Utilizando uma trompa de água lavar as alongas com água destilada. Sobre a placa porosa de vidro colocar sucessivamente uma rodela de papel de filtro Whatman 40, uma camada de pasta de papel de filtro Whatman 41 com cerca de 0,5 cm de altura e uma nova rodela de papel de filtro Whatman 40.

Sobre a almofada deitar um peso de terra conveniente e cobrir em seguida a amostra com uma rodela de papel de filtro Whatman 42.

Colocar as alongas nos suportes e por baixo um copo de 400 mL (A), tapado com um vidro de relógio, para receber o lixiviado. Adicionar 20 mL da solução de cloreto de bário-trietanolamina e deixar escoar completamente. Adicionar 20 mL da solução de cloreto de bário 0,1 M e deixar escoar completamente.

Lavar a amostra com 6 porções de 10 mL de água destilada. Deixar escoar bem entre as lavagens para que o excesso de bário seja completamente arrastado.

Concluídas estas operações tem-se no copo de 400 mL (A) todos os cátions de troca e o excesso de bário. Fazem-se também dois ensaios em branco, seguindo os passos acima descritos.

Determinação da Acidez Titulável

Adicionar à solução com os cátions de troca (A) seis gotas do indicador misto e titular com ácido clorídrico de título conhecido. A solução vira de azul-esverdeado a rosa. Titular de igual modo os ensaios em branco.

Determinação das bases de troca

Passar o conteúdo do A, depois de titulado, para um balão de 200 mL (B); completar o volume com água destilada e agitar.

O balão B contém os cátions de troca da amostra, referentes à toma, os quais são determinados por absorção atômica. Fazer diluições dos extractos contidos nos B de modo a obter leituras no aparelho dentro dos limites indicados para cada elemento.

Para preparar os padrões de calibração deitar, em copos de 400 mL, 20 mL da solução de cloreto de bário-trietanolamina, 20 mL da solução de cloreto de bário 0,1 M, volumes variáveis das soluções padrão de Ca, Mg, K e Na e cerca de 60 mL de água destilada; deitar 6 gotas do indicador misto, titular com ácido clorídrico até viragem de azul-esverdeado a rosa. Passar para balões de 200 mL e completar o volume com água destilada. As soluções dos extractos e os padrões de calibração devem conter cerca de $1.500 \mu\text{g mL}^{-1}$ Sr, de modo a anular as possíveis interferências.

O volume dos balões com as diluições dos extractos é completado com a mistura de reagentes (totalidade dos reagentes utilizados na lixiviação e titulação do lixiviado). O “zero” do aparelho é acertado com a mistura dos reagentes contendo $1.500 \mu\text{g mL}^{-1}$ de Sr.

Determinação da capacidade de troca catiónica

Adicionar as alongas, com a amostra saturada de bário e aos ensaios em branco, 60 mL da solução de cloreto de cálcio a pH 8,1 (20 mL por três vezes). Lavar com 6 porções de 10 mL da água destilada e recolher os extractos em balões de 200 mL (C). Completar o volume com água destilada.

Paralelamente, preparar em balões de 200 mL, a partir da solução padrão de cloreto de bário 0,02 M, padrões de calibração com concentrações compreendidas entre 0 e 2 cmolc kg^{-1} de bário. Juntar a cada balão 60 mL da solução de cloreto de cálcio a pH 8,1 e completar o volume com água destilada.

Medir 20 mL, dos balões contendo os padrões e dos C contendo os extractos, para tubos de centrifuga de vidro de 50 mL; adicionar 1 mL da solução de cromato de potássio a 10 % e deixar em repouso durante a noite. Centrifugar e desprezar o líquido sobrenadante.

Lavar o precipitado com 5 mL de uma solução saturada de cromato de bário, centrifugar e decantar rapidamente. Secar o precipitado na estufa a 100-105 °C durante 2 horas. Dissolver o precipitado de cromato de bário em 15 mL de ácido clorídrico 1:4.

Calibrar o espectrofotômetro UV/Visível com os solutos referentes aos padrões de calibração, no comprimento de onda de 440 nm. A metodologia usada permite estabelecer o teor em bário nos extractos, expresso em cmolc kg^{-1} , depois de descontado o ensaio em branco.

Expressão dos resultados**Acidez titulável**

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ H} = \frac{(v - v') \times N \times 100}{m}$$

em que

v = volume de HCl gasto na titulação do ensaio em branco (mL)

v' = volume de HCl gasto na titulação do extracto (mL)

N = titulo do HCl

m = massa de terra fina seca a 100-105 °C (g)

Bases de Troca

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Ca} = \frac{0,9980 \times c \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Mg} = \frac{1,6461 \times c \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ K} = \frac{0,5115 \times c \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Na} = \frac{0,8696 \times c \times D}{m}$$

em que

c = leitura no aparelho referente à diluição da amostra (mg/L)

m = massa de terra fina seca a 100-105 °C (g)

D = factor de diluição

Capacidade de troca catiónica

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ T} = \frac{(c - c') \times 100}{m}$$

em que

c = quantidade de bário na amostra ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)

c' = quantidade de bário no ensaio em branco ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)

m = massa de terra fina seca a 100-105 °C (g)

Grau de saturação em bases

$$(\%) \text{ V} = \frac{S \times 100}{T}$$

2.3 - Método do acetato de amónio

Pela metodologia descrita por Póvoas & Barral (1992), a amostra é percolada com um excesso de acetato de amónio a pH 7 de maneira que a máxima troca ocorra dentro de poucos minutos. O excesso de amónio é lavado com etanol e o amónio adsorvido é trocado pelo potássio, por percolação com KCl 1 M acidificado. O amónio é determinado por destilação e corresponde ao valor da capacidade de troca catiónica da amostra.

Material

O material necessário é:

- Balança analítica de sensibilidade 10^{-4} g
- Potenciómetro
- Espectrofotómetro de absorção atómica
- Unidade de destilação por arrastamento de vapor
- Alongas com placa porosa de vidro e torneira com 280 mm da altura e 25 mm de diâmetro interno
- Suporte para alongas
- Taça de porcelana com 10 cm de diâmetro
- Balões volumétricos de 25 e 100 mL
- Balões erlenmeyer de 100 mL
- Microbureta automática
- Papel de filtro Whatman 40

Reagentes

Os reagentes utilizados são:

- Areia do mar, lavada com ácido e calcinada
- Etanol absoluto (C_2H_5OH)
- Etanol a 96 %
- Etanol a 48 %
- Solução de acetato de amónio (CH_3COONH_4) 1 M a pH 7
- Solução de cloreto de potássio (KCl) 1M
- Solução de hidróxido de sódio ($NaOH$) a 35 %
- Solução de ácido bórico (H_3BO_3) a 2 %
- Indicador misto
- Solução titulada de ácido clorídrico (HCl) 0,01 M

- Solução de Sr a $60.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Ca $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Mg $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de K $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$
- Solução padrão de Na $1.000 \mu\text{g mL}^{-1}$

Modo operativo

Sobre a placa porosa de vidro da alonga colocar uma rodela de filtro Whatman 40 e uma camada de areia com 0,5 cm de espessura.

Pesar cerca de 5 g da amostra para uma taça de porcelana, juntar 10 g de areia e misturar bem com uma espátula. Transferir esta mistura para a alonga e deitar uma nova camada de areia com 0,5 cm de espessura. Fazer 3 ensaios em branco

Saturar a amostra com amónio, por percolação com 100 mL de acetato de amónio 1 M a pH 7 e receber o percolado num balão de 100 mL (percolações com débito de 20 gotas/minuto) (A). Completar o volume do balão com acetato de amónio. As bases de troca estão contidas em A.

Para remover o excesso de amónio, percolar com 100 mL de etanol a 96 % e desprezar o percolado. Para trocar o amónio pelo potássio, percolar com 100 mL de uma solução de KCl 1 M acidificada e recolher o percolado em balões de 100 mL (B). Completar o volume com água destilada.

Determinação das bases de troca

As bases de troca são doseadas por espectrofotometria de absorção atómica.

Fazer a determinação das bases tanto nos extractos (A) como nos ensaios em branco. Fazer diluições dos extractos de modo a obter leituras no aparelho dentro dos limites indicados para cada elemento. As diluições devem conter $1.500 \mu\text{g mL}^{-1}$ de Sr para anular possíveis interferências. O volume dos balões é completado com a solução de acetato de amónio 1 M. Proceder de igual modo para os ensaios em branco.

Para preparar os padrões de calibração, medir volumes variáveis das soluções padrão de Ca, Mg, K e Na para balões de 200 mL; adicionar Sr, como nas diluições dos extractos e dos ensaios em branco, e completar o volume dos balões com acetato de amónio 1 M.

Determinação da capacidade de troca

Medir 25 mL do percolado, contido no balão B, para o balão de destilação; juntar 60 mL de água destilada e começar o processo de destilação por arrastamento de vapor de água.

Destilar os ensaios em branco e titular seguindo o mesmo Método. A CTC da amostra corresponde ao número de $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de amónio fixados, em substituição dos cationes de troca. O amónio é doseado por destilação e o seu valor, expresso em $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, corresponde a T.

Expressão dos resultados

Bases de troca

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Ca} = \frac{0,4990 \times (c - c') \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Mg} = \frac{0,8230 \times (c - c') \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ K} = \frac{0,2558 \times (c - c') \times D}{m}$$

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ Na} = \frac{0,4348 \times (c - c') \times D}{m}$$

em que

c = leitura no aparelho referente à diluição da amostra (mg/L)

c' = leitura no aparelho referente à mesma diluição do ensaio em branco (mg/L)

m = massa de terra fina seca a 100-105 °C (g)

D = factor de diluição

Capacidade de troca catiónica

$$(\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}) \text{ T} = \frac{(V - \text{EB}) \times 100}{m \times v}$$

em que

V = volume de HCl 0,01 N gasto para titular a parte alíquota do balão B (mL)

EB = volume de HCl 0,01 N gasto para titular um volume de ensaio em branco, igual ao volume da parte alíquota do balão B (mL)

v = parte alíquota, do balão B, tomada para destilação (mL)

m = massa de terra fina seca a 100-105 °C (g)

Grau de saturação em bases

$$(\%) \text{ V} = \frac{S \times 100}{T}$$

2.4 - Métodos de análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística utilizando o Software Excel.

Foram feitas correlações entre os resultados dos dois métodos laboratoriais utilizados no estudo (Método de Mehlich e Método do acetato de amónia). Foram construídos gráficos - por cada uma das base de troca (Ca, Mg, K e Na), SB, CTC e GSB - por cada análise estatística efectuada, que pudessem representar os dados em maneira mais simples e direita.

Uma **correlação** é uma relação entre duas variáveis casuais, assim que cada valor da primeira variável tenha, com uma certa regularidade, um valor correspondente na segunda. Não é necessariamente uma relação de causa e efeito mas, simplesmente, a tendência de uma variável a mudar em função da outra. Uma correlação pode ser: **directa** ou **positiva** quando, variando uma variável num tal sentido, a outra também tem o mesmo andamento; ou **indirecta** ou **negativa** quando, variando uma variável num tal sentido, a outra tem um andamento inverso (Iodice, 2007)

O grau de correlação entre duas variáveis é expresso utilizando os índices de correlação. Um dos índices mais utilizados para medir a correlação entre duas variáveis é o **Coeficiente de correlação de Pearson**. Em estatística descritiva, o coeficiente de Pearson mede o grau de correlação entre duas variáveis de escala métrica. Este coeficiente (representando por r) assume valores entre -1 e 1.

- $r = 1$; correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.
- $r = -1$; correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - se uma aumenta, a outra sempre diminui.
- $r = 0$; as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra.

O coeficiente de correlação de Pearson calcula-se segundo a seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis.

Os valores de r indicam o grau de correlação entre as duas variáveis estudadas: **0,70** para mais ou para menos indica uma forte correlação; **0,30 a 0,70** positivo ou negativo indica correlação moderada; **0 a 0,30** indica uma fraca correlação.

Para medir o grau de confiança do modelo, podemos utilizar vários índices.

O **Coeficiente de Determinação Linear** é um dos mais utilizados.

O **Coeficiente de Determinação** (R^2) é o quadrado do coeficiente de correlação de Pearson. É uma medida da proporção da variabilidade em uma variável que é explicada pela variabilidade da outra.

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$$

onde:

$$TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad \text{Total Sum of Squares;}$$

$$ESS = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad \text{Error Sum of Squares;}$$

$$RSS = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad \text{Regression Sum of Square.}$$

R^2 varia entre 0 ed 1: quando è 0 o modelo utilizado não explica os dados; quando é 1 o modelo explica perfeitamente os dados.

CAPÍTULO III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

1 - TIPOS DE ANÁLISES EFECTUADAS

Depois de ter organizado a Base de Dados, começou-se a analisar e estudar os dados obtidos. Foram feitas as seguintes análises:

- **ANÁLISE GLOBAL** – tomando em consideração o conjunto de todas as amostras analisadas no presente estudo (347), independentemente dos tipos de solo considerados e da natureza dos respectivos horizontes.
- **ANÁLISE POR PROFUNDIDADE** – o conjunto de 347 amostras foi dividido em *superficiais* (horizontes ou camadas até cerca de 40 cm de profundidade) e *sub-superficiais* (todas as amostras de horizontes que ocorrem a profundidade superior a 40 cm). As primeiras correspondem principalmente aos horizontes Ah e a horizontes de transição (A/B); as segundas correspondem sobretudo ao horizonte B (horizonte Ferrálico; *sensu* WRB) e a transições deste (B/C). Isto é, separaram-se amostras dos horizontes mais superficiais e mais influenciados pela matéria orgânica daquelas dos horizontes em que a presença deste constituinte é reduzida ou mesmo vestigial. A separação referida teve também em conta o facto da identificação do horizonte ferrálico estar associado à caracterização do respectivo complexo de troca (WRB, 2006).
- **ANÁLISE POR TIPO DE SOLO** – as amostras foram ainda divididas segundo os tipos de solo considerados, a fim de avaliar o possível efeito das características dos solos na comparação do respectivo complexo de troca entre os métodos objecto de análise. Esta análise justificou-se pelo facto dos solos estudados apresentarem características muito diferenciadas, nomeadamente no que respeita à textura e à própria constituição mineralógica da fracção argilosa.

2 - ANÁLISE GLOBAL

A primeira análise a ser feita foi a **Análise Global**. As 347 amostras analisadas, correspondentes aos setenta e dois perfis considerados, foram estudadas em conjunto para determinar eventuais características comuns a todos os solos e a todos os perfis e horizontes tomados em consideração.

Todas as amostras foram analisadas no que respeita à capacidade de troca catiónica, às bases de troca, à soma das bases de troca e a outros parâmetros do respectivo complexo de troca, determinados tanto pelo método de Mehlich como pelo método do acetato de amónio, ajustado a pH 7.

2.1 - Capacidade de Troca Catiónica (CTC)

Um dos objectivos fundamentais do estudo presente foi comparar os valores da capacidade de troca catiónica (CTC) determinados pelos dois métodos já referidos. Os resultados obtidos indicaram uma grande variabilidade deste parâmetro, mas na maioria das amostras analisadas a CTC é inferior a 10 cmolc kg^{-1} (Anexo; Figura 7). Isto é, a maior parte dos solos estudados apresentam uma baixa capacidade de retenção de cationes (bases de troca e alumínio).

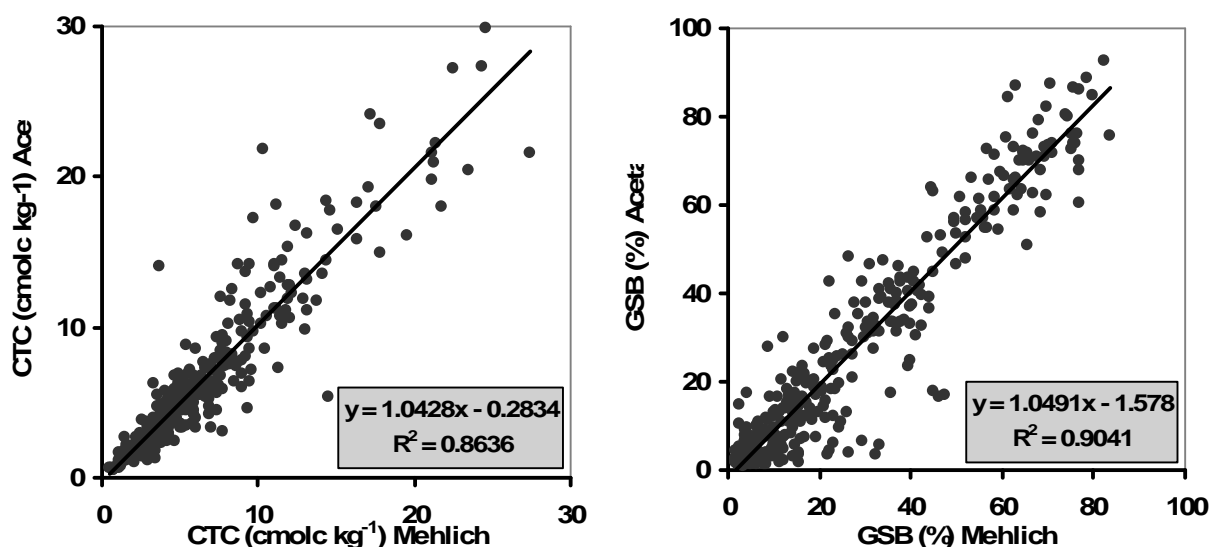


Figura 7 - Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) e o grau de saturação em bases (GSB) determinados pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (Acet).

Os resultados expressos no Quadro 1 e na Figura 7 evidenciam, porém, que os valores da CTC, obtidos pelos dois métodos objecto de estudo, estão fortemente correlacionados ($r = 0,92929$, $p < 0,001$). No entanto, verifica-se que, para valores de CTC superiores a 10 cmolc kg^{-1} , algumas amostras mostram uma grande diferenciação entre os métodos.

2.2 - Bases de Troca

Como já foi dito para a CTC, a concentração das bases de troca (Ca, Mg, K e Na) é bastante variável para o conjunto das amostras estudadas (Anexo). Não obstante, a maioria das amostras analisadas apresenta concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} inferiores a 2 cmolc kg^{-1} , enquanto as de K^+ e Na^+ são inferiores a $0,2 \text{ cmolc kg}^{-1}$.

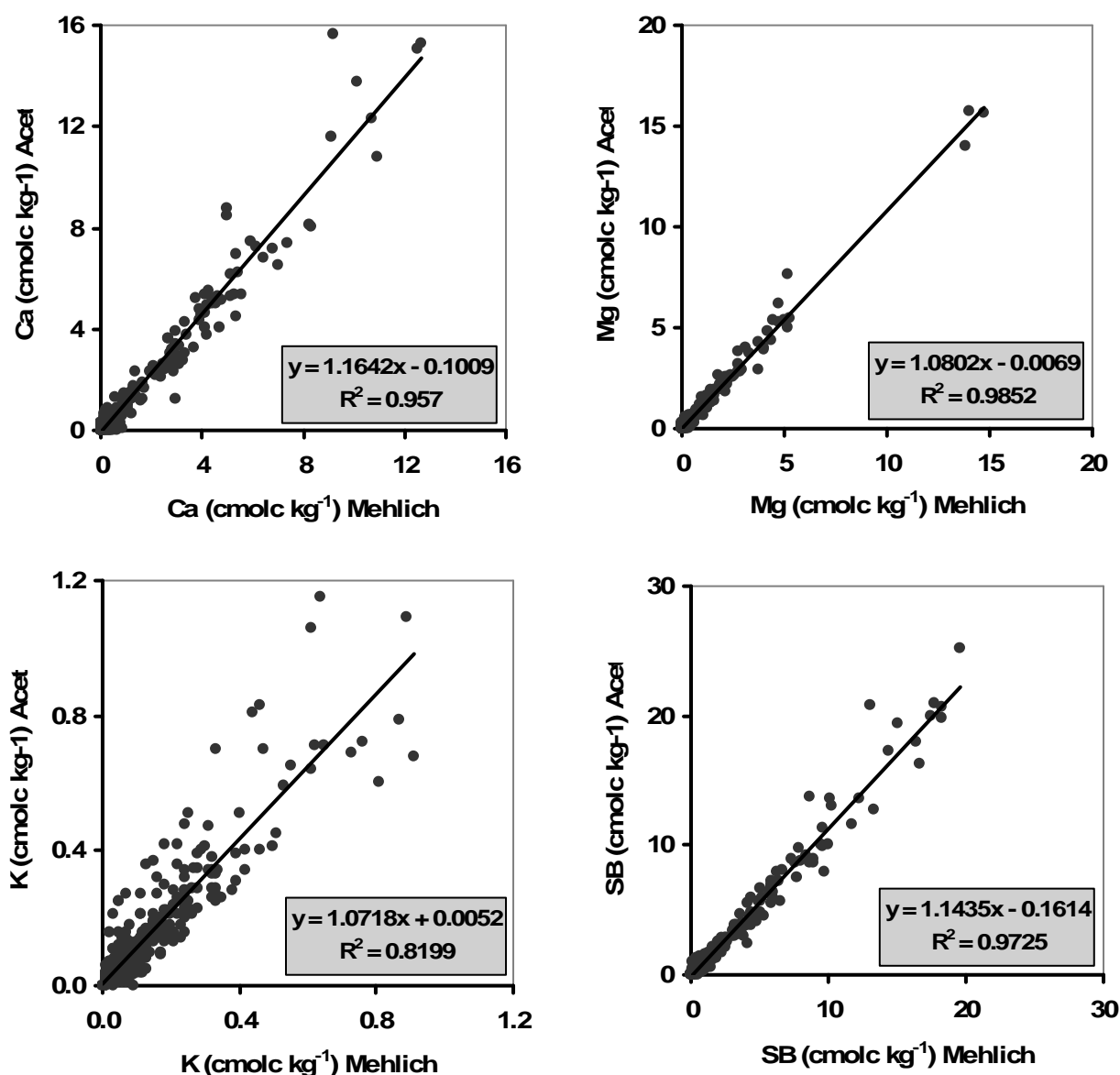


Figura 8 - Correlação entre as concentração de Ca, Mg, K e soma das bases de troca (SB) determinadas pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amônio (Acet).

Analisando a globalidade dos resultados obtidos, podemos observar que as concentrações do Ca^{2+} e Mg^{2+} de troca obtidas pelo método de Mehlich e do acetato de amônio apresentam uma forte correlação entre si (Quadro 1; Figura 8), a qual é ainda mais

forte do que a observada para a CTC. A correlação no caso do Mg^{2+} ($r=0,992564$, $P<0,001$) é também mais forte do que no do Ca^{2+} ($r=0,978253$, $P<0,001$).

A correlação no caso do K^+ de troca é mais fraca do que para as bases anteriores ($r=0,905466$; $P<0,001$), enquanto o Na^+ apresenta uma correlação bastante mais baixa ($r=0,714444$, $P<0,001$) do que qualquer das outras bases. As correlações mais fracas exibidas pelo K^+ e Na^+ poderão, em parte, atribuir-se ao facto de no método de Mehlich a sua determinação ter sido efectuada na maior parte dos casos por fotometria de chama, enquanto no do acetato de amónio foram sempre determinadas por espectrometria de absorção atómica.

A soma das bases de troca (SB) apresenta naturalmente uma grande variabilidade, em consonância com a observada para cada uma das bases de troca. Os valores deste parâmetro são na grande maioria inferiores a $5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, mas os valores obtidos pelos dois métodos em consideração apresentam uma forte correlação entre si ($r=0,986142$; $P<0,001$). Este facto atribui-se à forte dominância do Ca^{2+} e do Mg^{2+} no complexo de troca dos solos estudados.

2.3 - Grau de Saturação em Bases (GSB)

Como já foi referido, o grau de saturação em bases (GSB) é definido como a relação percentual entre a soma das concentrações das bases de troca (Ca, Mg, K e Na) adsorvidas no complexo de troca e a capacidade de troca catiónica do mesmo.

O conjunto dos solos estudados, tal como referido para a CTC e para as bases de troca, apresenta uma grande diversidade de valores de GSB (Figura 7). Na grande maioria dos casos os valores registados para o GSB são inferiores a 50% e uma parte substancial é inferior a 20%. Este padrão está naturalmente em correspondência com a variabilidade dos solos e amostras analisadas, dado serem notórios vários agrupamentos de valores de GSB (Figura 7).

A dominância dos baixos valores de GSB está em paralelo com a reacção do solo, dado que a maioria das amostras dos solos analisados tinham valores de pH bastante baixos (ver Anexo). No conjunto das amostras analisadas, o GSB geralmente tem valores mais baixos devido à baixa concentração de bases de troca e à elevada saturação do complexo de troca pelos iões H^+ e Al^{3+} . Os valores de GSB mais altos encontram-se, pelo contrário em solos com pH mais elevado, com uma elevada concentração de bases de troca (sobretudo Ca e Mg).

Os valores do GSB obtidos pelos dois métodos objecto de comparação apresentam ainda assim uma forte correlação ($r=0,950856$, $P<0,001$; Quadro 1), tal como foi referido para a soma das bases de troca e as concentrações de Ca e Mg de troca; essa correlação foi um pouco mais forte do que a obtida para a CTC.

Quadro 1. Valores de r e p relativos a todos os parâmetros estudados no conjunto de todas as amostras consideradas.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,929299	0,978253	0,992564	0,905466	0,714444	0,986142	0,950856
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

3 - ANÁLISE POR PROFUNDIDADE

As amostras estudadas foram separadas, consoante a profundidade, em **superficiais** e **sub-superficiais**. As amostras superficiais são aquelas que ocorrem até cerca de 40 cm de profundidade e correspondem aos horizontes em que é maior a influência dos constituintes orgânicos. Pelo contrário, as amostras sub-superficiais são aquelas que ocorrem a profundidades superiores a 40 cm e correspondem generalizadamente aos horizontes sobretudo ferrálicos e em que é muito reduzida a influência da matéria orgânica. Assim, foram consideradas 173 amostras superficiais e 174 amostras sub-superficiais.

3.1 - Capacidade de Troca Catiónica (CTC)

Notaram-se algumas diferenças entre os dois grupos de amostras. Verificou-se que os horizontes superficiais tinham uma maior capacidade de troca catiónica de que os sub-superficiais (Quadro 2).

Assim, a média dos valores da CTC dos horizontes superficiais determinados pelo método Mehlich e pelo método do acetato de amónio eram respectivamente 7,53 e 7,51 cmolc kg^{-1} ; por seu turno, a média dos valores da CTC determinada nos horizontes sub-superficiais pelos mesmos métodos foi bastante inferior e respectivamente de 5,14 e 5,10 cmolc kg^{-1} (Quadro 2). Tal diferença atribui-se, em grande parte, à muito maior expressão do teor de matéria orgânica nos horizontes designados por superficiais (Sanchez, 1976; Botelho da Costa, 2004) que nos sub-superficiais (Anexo).

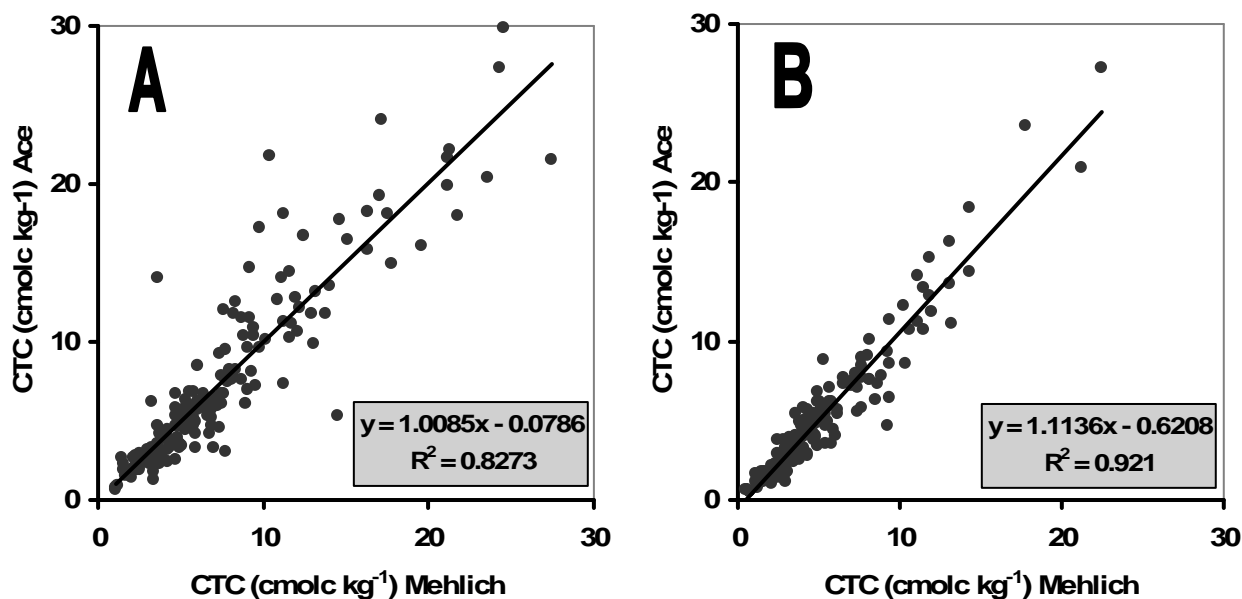


Figura 9 - Correlação entre a capacidade de troca catiónica (CTC) determinada pelo método de Mehlich e a determinada pelo método do acetato de amónio (Acet) nas amostras de horizontes superficiais (A) e horizontes sub-superficiais (B).

Em qualquer dos horizontes considerados observou-se que a média dos valores da CTC eram semelhantes (Quadro 2). Porém, os valores dos coeficientes de correlação de Pearson (Quadro 3) foram maiores nos horizontes sub-superficiais ($r=0,959695$; $P<0,001$) do que nos horizontes superficiais ($r=0,909549$; $P<0,001$). Este padrão indica-nos também que a similitude dos valores de CTC entre os dois métodos é maior nos horizontes sub-superficiais de que nos superficiais (Figura 9), o que se atribui à maior heterogeneidade da constituição do complexo de troca dos segundos. Dado que são os horizontes sub-superficiais que generalizadamente correspondem ao horizonte ferrálico, então podemos concluir que os valores entre os métodos para esse horizonte são muito similares.

Quadro 2 - Valores médios da capacidade de troca catiónica (CTC), das bases de troca, da soma de bases de troca (SB) e do grau de saturação em bases (GSB) obtidos para os horizontes superficiais e horizontes sub-superficiais pelos métodos de Mehlich e do acetato de amónio.

Método Mehlich							Método acetato de amônio						
CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
cmolc kg ⁻¹							cmolc kg ⁻¹						

3.2 - Bases de Troca

No caso das bases de troca e da soma das bases de troca, os valores médios dos horizontes superficiais foram geralmente também maiores do que os obtidos nos horizontes sub-superficiais (Quadro 2). Esta diferença deverá estar associada ao ciclo de bases: transferência de bases dos horizontes profundos para os superficiais. Também nos indica uma maior abundância e disponibilidade de elementos nutritivos nos horizontes superficiais comparativamente com os horizontes sub-superficiais.

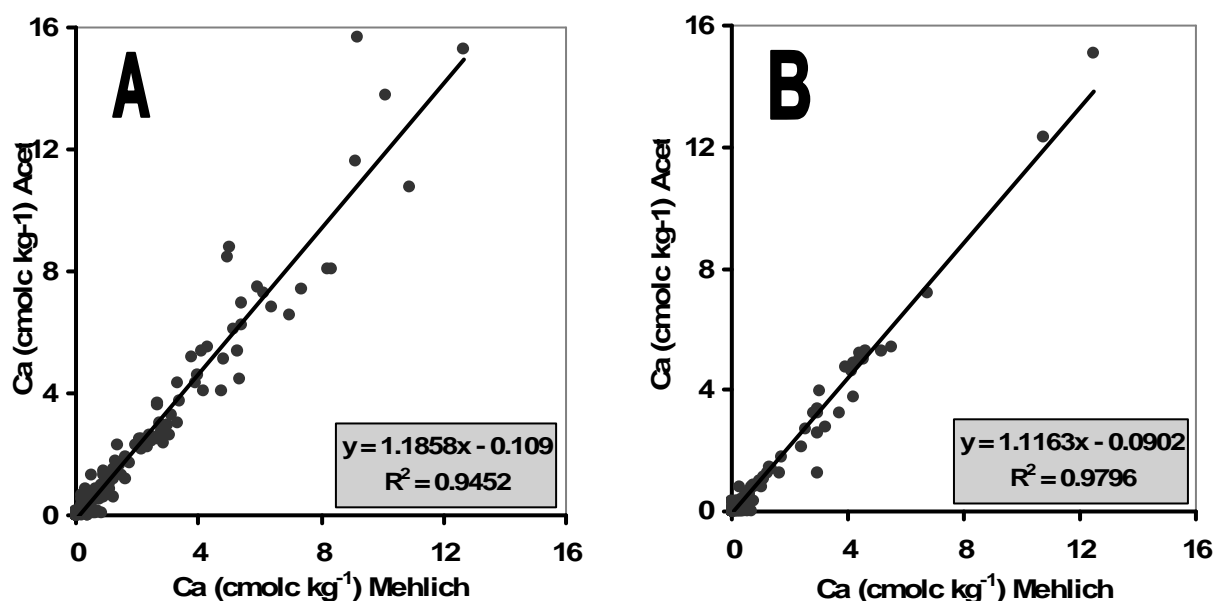


Figura 10 - Correlação entre a concentração de Ca de troca determinada pelo método de Mehlich e a determinada pelo método do acetato de amônio (Acet) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).

Quadro 3. Valores de r e p relativos aos parâmetros do complexo de troca, obtidos pelo método de Mehlich e do acetato de amônio, de horizontes superficiais e sub-superficiais.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
Horizontes superficiais							
r	0,909549	0,972215	0,993146	0,904516	0,617283	0,982383	0,959472
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Horizontes sub-superficiais							
r	0,959695	0,989762	0,991763	0,901707	0,769476	0,992412	0,937306
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

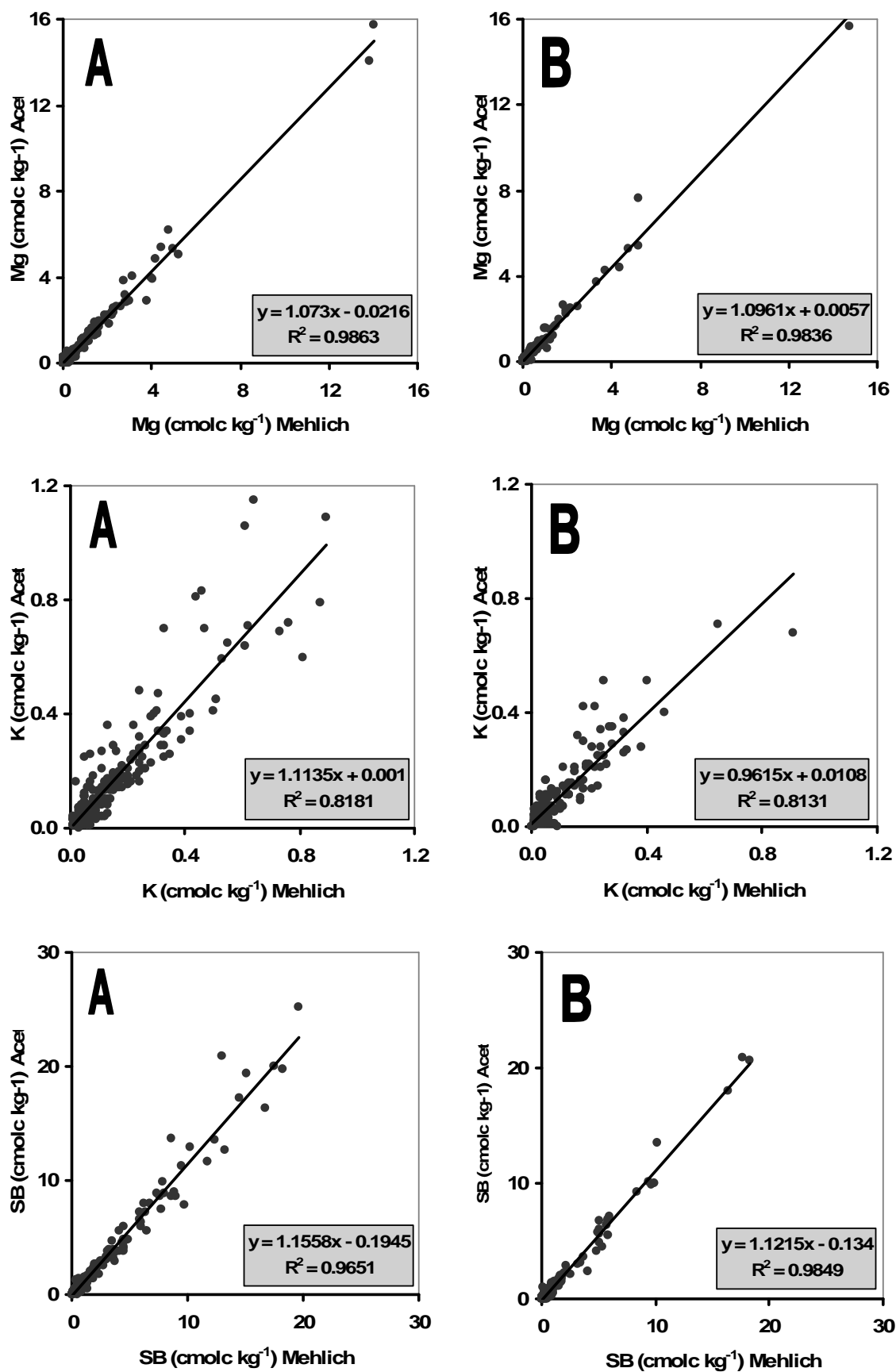


Figura 11 - Correlação entre as concentrações de Mg, K e SB determinadas pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amônio (Acet) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).

Considerando a generalidade dos resultados obtidos, constata-se que as correlações entre os teores de bases e da respectiva soma, obtidos pelos métodos em comparação, foram da mesma ordem de grandeza nos horizontes superficiais e sub-superficiais. No entanto, em alguns casos, as correlações foram mais fortes nos horizontes sub-superficiais (Figuras 10 e 11; Quadro 3)

A correlação foi da mesma ordem de grandeza nos horizontes referidos, no caso do teor de Mg. Nos outros casos (Ca, Na e SB), a correlação foi um pouco mais forte nos horizontes sub-superficiais (Quadro 3).

3.3 - Grau de Saturação em Bases (GSB)

Assim como observado para a CTC, bases de troca e respectiva soma, também os valores do grau de saturação em bases eram maiores nas amostras dos horizontes superficiais do que nas dos sub-superficiais (Figura 12; Quadro 3). De facto, os valores médios das amostras superficiais, obtidos pelo método de Mehlich e pelo acetato de amónio, foram respectivamente 31,7 e 32,9 %, enquanto os valores médios das amostras sub-superficiais foram 22,5 e 20,7 % (Quadro 2).

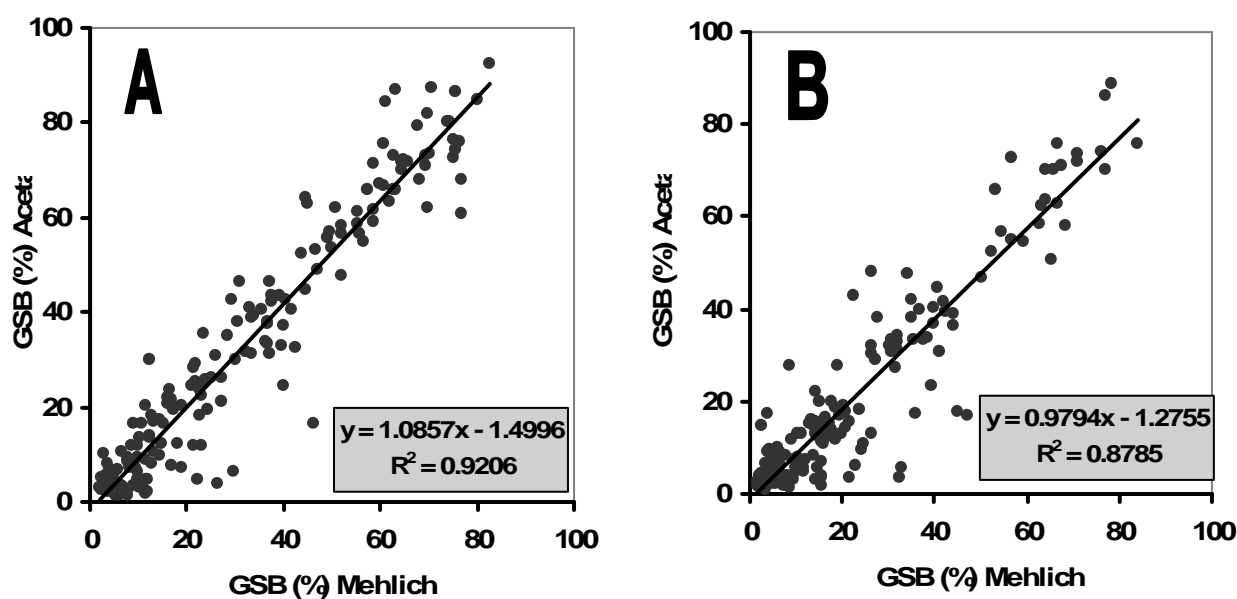


Figura 12 - Correlação entre o grau de saturação em bases (GSB) determinado pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio (Acet) nas amostras dos horizontes superficiais (A) e sub-superficiais (B).

Os valores GSB em qualquer dos horizontes considerados mostram uma grande variabilidade e sugerem alguns agrupamentos, o que se atribui a diferenças de constituição

e características entre os tipos de solos estudados. Ao contrário do observado para a CTC, concentração de Ca e soma de bases de troca, a correlação entre os valores do GSB obtida pelos dois métodos (Quadro 3) foi ligeiramente mais forte nos horizontes superficiais ($r=0,959472$; $P<0,001$) de que nos sub-superficiais ($r=0,937306$; $P<0,001$).

4 - ANÁLISE POR TIPO DE SOLO

A terceira e última análise efectuada teve a ver com os tipos de solos considerados. De facto, consideraram-se vários tipos de solo, com diferenças acentuadas relativamente à sua constituição e características. Por esta razão, foi necessário analisá-los em separado para, por um lado, avaliar a aplicabilidade dos métodos a cada um deles e, por outro, para reavaliar as diferenças e similitudes das características e propriedades de cada um deles.

Quadro 4. Valores médios relativos aos parâmetros do complexo de troca dos diferentes tipos de solos estudados pelo método de Mehlich e do acetato de amónio.

Tipos de solos	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB
	-----cmolc kg ⁻¹ -----						%
MÉTODO DE MEHLICH							
<i>Tipoferrálicos</i>	0,56	0,25	0,09	0,10	0,99	7,03	12,98
<i>Fracamente Ferrálicos</i>	0,66	0,39	0,12	0,08	1,25	4,89	26,56
<i>Psamoferrálicos franco arenosos</i>	0,13	0,07	0,04	0,03	0,27	3,58	6,45
<i>Psamoferrálicos arenoso francos</i>	0,07	0,05	0,03	0,09	0,24	2,02	15,82
<i>Tipoparaferálicos</i>	1,21	0,53	0,13	0,05	1,93	8,87	19,30
<i>Eutroparaferálicos</i>	1,29	0,71	0,27	0,07	2,34	7,32	25,95
<i>Fersiálicos</i>	5,44	3,49	0,29	0,13	9,33	13,57	67,22
<i>Psamorregossolos + Oxipsâmicos</i>	0,43	0,24	0,11	0,06	0,84	3,51	22,93
MÉTODO DO ACETATO DE AMÓNIO							
<i>Tipoferrálicos</i>	0,46	0,24	0,08	0,08	0,86	6,64	10,96
<i>Fracamente Ferrálicos</i>	0,70	0,40	0,13	0,08	1,31	4,62	27,67
<i>Psamoferrálicos franco arenosos</i>	0,19	0,10	0,03	0,03	0,35	3,09	8,41
<i>Psamoferrálicos arenoso francos</i>	0,07	0,05	0,02	0,05	0,19	1,45	13,01
<i>Tipoparaferálicos</i>	1,31	0,66	0,29	0,04	2,30	10,86	19,79
<i>Eutroparaferálicos</i>	1,53	0,84	0,31	0,02	2,71	8,94	25,94
<i>Fersiálicos</i>	6,14	3,79	0,33	0,09	10,34	14,11	70,11
<i>Psamorregossolos + Oxipsâmicos</i>	0,34	0,19	0,10	0,04	0,66	2,99	18,28

Os solos analisados pertencem a oito tipos ou unidades taxonómicas (CEP, 1985): *Tipoferrálicos* (14 perfis), *Fracamente Ferrálicos* (26 perfis), *Psamoferrálicos Franco - Arenosos* (3 perfis), *Psamoferrálicos Arenoso - Francos* (5 perfis), *Tipoparaferálicos* (4 perfis), *Eutroparaferálicos* (5 perfis), *Fersiálicos* (10 perfis) e *Psamorregossolos + Oxipsâmicos* (5 perfis)

4.1 - Solos Tipoferrálicos

Os Solos *Tipoferrálicos* são solos ferralíticos que, pelo menos no horizonte B, apresentam uma textura mais fina que arenoso-franco (exclui os franco arenosos de textura mais grosseira). Têm uma fracção argilosa com relação molecular SiO₂ / Al₂O₃ inferior a 1,3

(com forte influência de minerais de ferro e alumínio) e, apresentam frequentemente, valores de pH em cloreto de potássio muito próximos ou mesmo superiores aos correspondentes valores determinados em água e denotam consistência branda a branda/ligeiramente dura no estado seco e muito friável a friável no estado húmido (CEP, 1985).

As análises indicaram uma grande variabilidade de valores da CTC e o valor médio determinado pelo método de Mehlich (Quadro 4) era mais elevado ($7,03 \text{ cmolc kg}^{-1}$) do que o determinado pelo acetato de amónio ($6,64 \text{ cmolc kg}^{-1}$). No entanto, os valores de CTC obtidos pelos dois métodos apresentaram uma forte correlação entre si ($r=0,934641$, $P<0,001$) (Quadro 5)

A concentração das bases de troca (Ca, Mg, K e Na) é muito baixa, tendo a maioria das amostras analisadas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} inferiores a 1 cmolc kg^{-1} , enquanto as de K^+ e Na^+ são maioritariamente inferiores a $0,1 \text{ cmolc kg}^{-1}$ (Figura 13). Tal como observado nas análises anteriores, as correlações entre os teores de Ca ($r=0,969822$, $P<0,001$) e Mg ($r=0,961767$, $P<0,001$) pelos dois métodos são muito fortes; as correlações respeitantes ao K ($r=0,860842$, $P<0,001$) e Na ($r=0,583651$, $P<0,001$) são mais fracas. Por seu lado, a soma de bases de troca pelos dois métodos correlacionou-se mais fortemente ($r=0,978406$, $P<0,001$) do que qualquer das bases de troca.

O GSB dos Solos Tipoferrálicos pode atingir 40%, mas os respectivos valores são em média mais baixos do que a maior parte dos outros tipos de solos estudados (Quadro 4). A maior parte dos valores é inferior a 20%; ainda assim, observou-se uma forte correlação (Quadro 5) entre os valores do GSB obtidos pelos dois métodos ($r=0,77016$, $P<0,001$), a qual foi mais fraca do que a obtida para a CTC, os teores de Ca, Mg e K de troca e da SB. Nota-se uma certa dispersão de valores sobretudo nas amostras com GSB abaixo do 20 %, sugerindo a possível influência da diferença entre horizontes.

Quadro 5. - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Tipoferrálicos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,934641	0,969822	0,961767	0,860842	0,583651	0,978406	0,77016
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

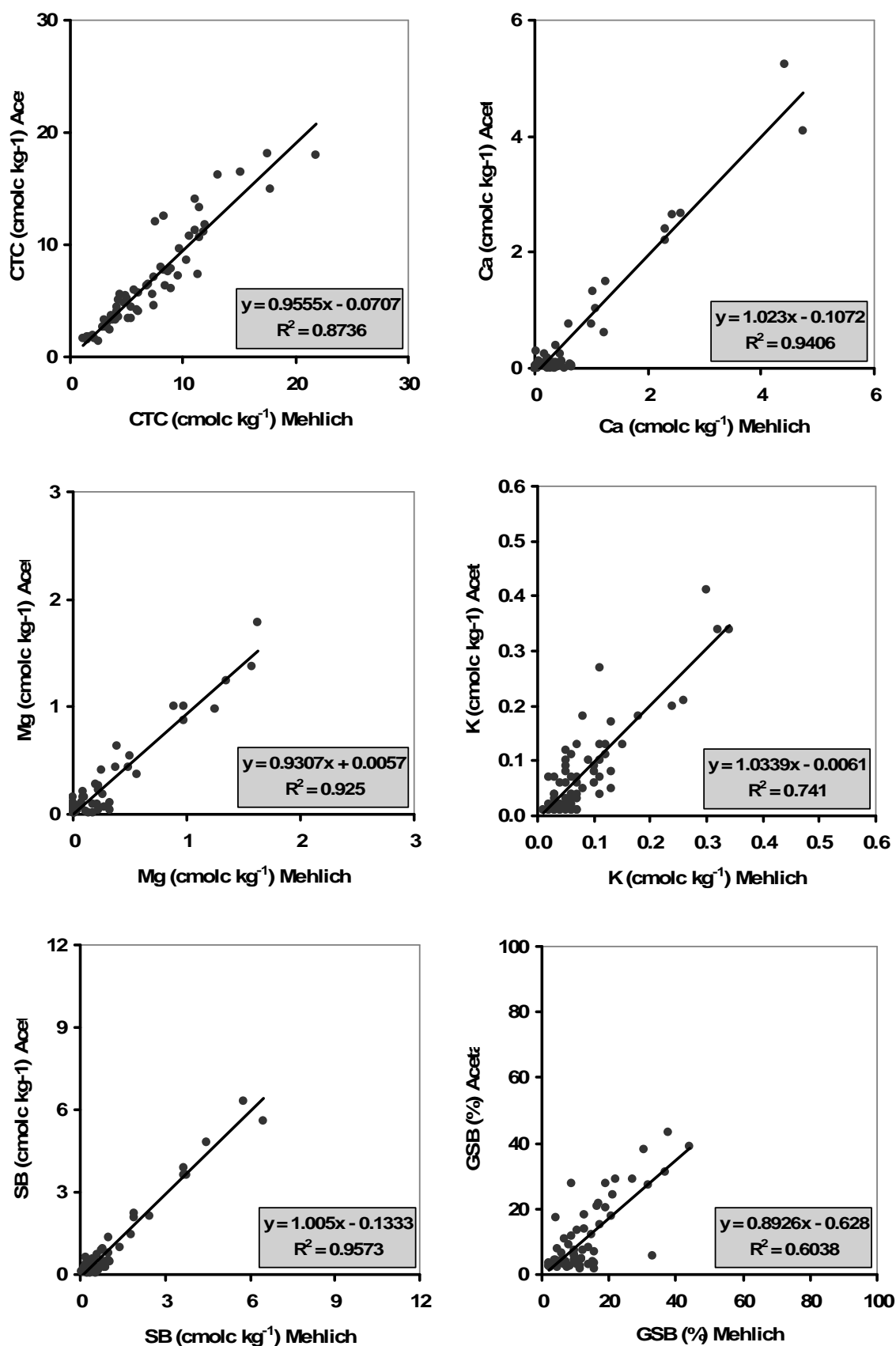


Figura 13 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Tipoferrálicos, determinados pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

4.2 - Solos Fracamente Ferrálicos

Os *Solos Fracamente Ferrálicos* são solos ferralíticos que, pelo menos no horizonte B, apresentam uma textura mais fina que arenoso-franco (exclui os franco-arenosos de textura mais grosseira). Têm uma fracção argila com relação molecular $\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$ superior a 1,3, mas inferior a 2, tendo por isso uma menor expressão dos minerais de ferro e alumínio; denotam consistência branda a ligeiramente dura e/ou dura no estado seco e friável a firme no estado húmido (CEP, 1985).

Não obstante a maior relação sílica/alumina, os Solos Fracamente Ferrálicos apresentam valores médios de CTC inferiores ($4,62 \text{ cmolc kg}^{-1}$ pelo acetato de amónio e $4,89 \text{ cmolc kg}^{-1}$ pelo método de Mehlich) aos exibidos pelos Solos Tipoferrálicos (respectivamente, $6,64$ e $7,03 \text{ cmolc kg}^{-1}$). Os valores de CTC dos segundos apresentam uma correlação mais fraca entre métodos ($r=0,779133$; $P<0,001$) do que os primeiros, sendo os do acetato de amónio menores do que os determinados pelo método de Mehlich.

As correlações entre os valores de Ca ($r=0,975379$, $P<0,001$), Mg ($r=0,97773$, $P<0,001$) e SB ($r=0,977285$, $P<0,001$) (Quadro 6) – cujos teores eram mais elevados do que os observados para as Solos Tipoferrálicos (Quadro 4) – foram semelhantes às verificadas para os Solos Tipoferrálicos. Os valores desses parâmetros, ao contrário do verificado com os Solos Tipoferrálicos, foram mais elevados pelo acetato de amónio do que pelo método de Mehlich (Figura 14).

Os valores do GSB dos Solos Fracamente Ferrálicos também foram mais elevados ($26,56\%$ pelo método de Mehlich e $27,67\%$ pelo acetato de amónio) do que os observados nos Solos Tipoferrálicos (respectivamente $12,98\%$ e $10,96\%$). O valor do GSB dos primeiros apresentou um mais amplo intervalo de variação, atingindo valores da ordem de 80% (Figura 14); aliás, esta figura sugere a ocorrência de três conjuntos de valores de GSB que corresponderão a uma grande diversidade de solos incluídos nos Solos Fracamente Ferrálicos. Mais, a correlação dos valores de GSB entre os métodos considerados foi mais forte ($r=0,953218$, $P<0,001$; Quadro 6) do que a observada para os Solos Tipoferrálicos.

Quadro 6. Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Fracamente Ferrálicos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,779133	0,975379	0,97773	0,918406	0,730468	0,977285	0,953218
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

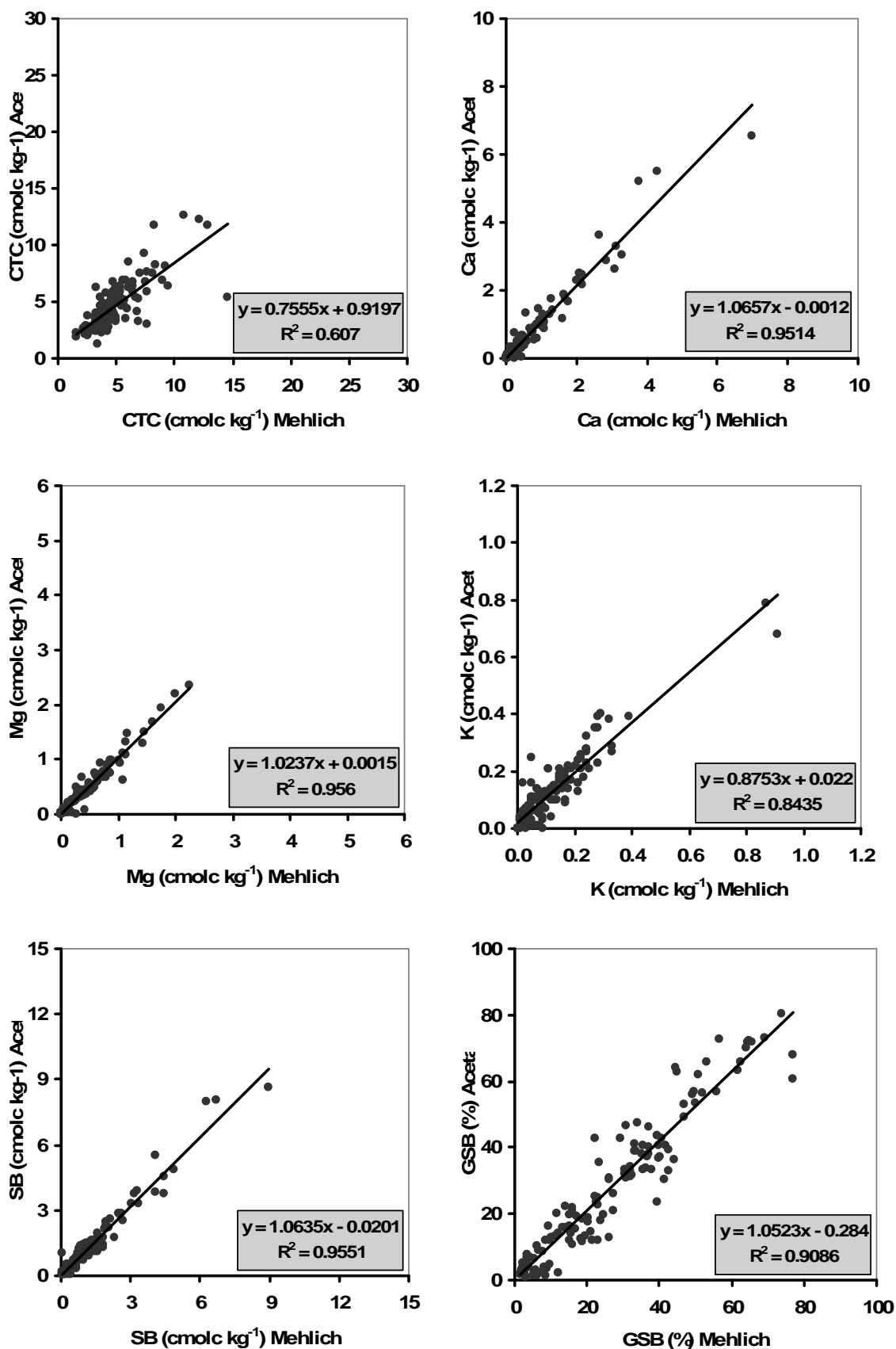


Figura 14 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Fracamente Ferrálicos, obtidos pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

4.3 - Solos Psamoferrálicos Franco-Arenosos

Os Solos Psamoferrálicos franco-arenosos são solos ferrálticos de textura franco-arenosa a qualquer profundidade, excluindo os francos arenosos de textura mais fina. Na maior parte dos casos formam-se a partir de sedimentos arenosos não consolidados, de grande espessura e essencialmente quartzosos (CEP, 1985).

A sua CTC toma valores em média inferiores aos Solos Tipoferrálicos e aos Solos Fracamente Ferrálicos (Quadro 4, Figura 15), o que se atribui à textura grosseira e, portanto, ao baixo teor da fracção argilosa, bem assim como baixos teores de matéria orgânica que tal textura acarreta (Brady & Weil, 1999). Os valores da CTC apenas ultrapassam os dos solos com textura ainda mais grosseira (Solos Psamoferrálicos arenoso-francos e Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos). No entanto, a correlação dos valores pelos dois métodos foi muito forte ($r=0,938259$, $P<0,001$; Quadro 7).

Os Solos Psamoferrálicos franco-arenosos são também extremamente pobres em bases de troca (Quadro 4, Figura 15); aliás, os respectivos valores, assim como os da respectiva soma (SB), são menores do que nos outros tipos de solos considerados, exceptuando os homólogos Solos Psamoferrálicos arenoso-francos. Os valores de todas as bases de troca, mormente o Ca ($r=0,957031$, $P<0,0001$) e o Mg ($r=0,934289$, $P<0,0001$), e da SB ($r=0,959522$, $P<0,001$) pelos dois métodos mostraram-se fortemente correlacionados (Quadro 7). Adianta-se, porém, que os valores do Ca, Mg e SB, ao contrário do observado para os solos anteriores, foram bastante mais elevados pelo acetato de amónio do que pelo método de Mehlich (Figura 15).

Os valores do GSB foram também muito baixos, sendo, em média, os mais baixos de todos os solos considerados no presente estudo. Esses valores encontram-se no intervalo dos referidos para os Solos Tipoferrálicos e são fortemente correlacionados entre métodos ($r=0,922731$; $P<0,001$). É interessante observar como, também no caso das bases e da sua soma, o valor determinado pelo acetato de amónio era bem superior ao determinado pelo método de Mehlich (Figura 15).

Quadro 7. - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Psamoferrálicos Franco-Arenosos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,938259	0,957031	0,934289	0,891019	0,837391	0,959522	0,922731
p	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

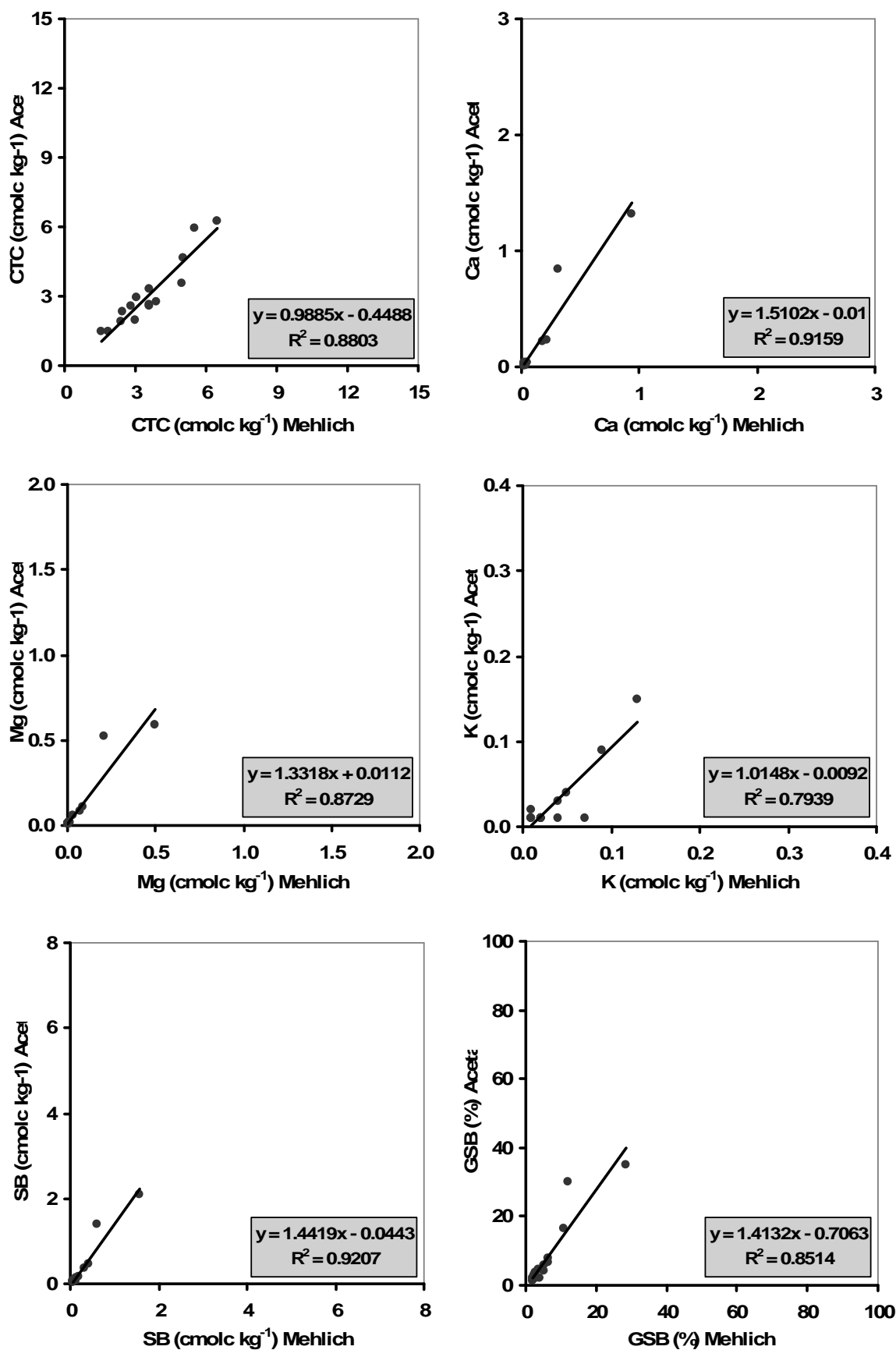


Figura 15 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Psamoferrálicos franco arenosos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

4.4 - Solo Psamoferrálicos Arenoso-Francos

Os Solos Psamoferrálicos arenoso-francos são solos ferralíticos de textura tão ou mais grosseira que arenoso-franco a qualquer profundidade. Tal como o referido para os anteriores, na maior parte dos casos formam-se a partir de sedimentos arenosos não consolidados, de grande espessura e essencialmente quartzosos (CEP, 1985).

Os Solos Psamoferrálicos arenoso – francos apresentam valores de CTC ainda menores do que os determinados para os solos anteriores, o que estará em consonância com a sua textura ainda mais grosseira e eventualmente menores teores de matéria orgânica (Figuras 15 e 16; Anexo). Os valores obtidos pelos dois métodos estão fortemente correlacionados ($r=0,765308$, $P<0,001$; Quadro 8), mas menos fortemente que no caso anterior; além disso, os valores pelo acetato de amónio, apesar da relativa dispersão de valores, foram generalizadamente inferiores aos obtidos pelo método de Mehlich (Figura 16).

Os teores de Ca e Mg de troca e da soma de bases de troca (SB) foram ainda menores do que no caso dos Solos Psamoferrálicos franco-arenosos (Quadro 4). Os valores de Ca ($r=0,98944$, $P<0,001$), Mg ($r=0,974287$, $P<0,001$) e SB ($r=0,95529$, $P<0,001$) pelos dois métodos correlacionaram-se fortemente, aliás como sucedeu para o K e o Na (Quadro 8). Os teores de Ca e Mg de troca e de SB pelo método do acetato de amónio, ao contrário do observado para os Solos Psamoferrálicos franco-arenosos, aproximaram-se bastante dos determinados pelo método de Mehlich (Figura 16).

Os valores do GSB foram baixos e da ordem de grandeza do observado para os Solos Psamoferrálicos franco-arenosos e os Solos Tipoferrálicos, atingindo o seu valor máximo cerca de 40%. Os valores do GSB pelos dois métodos correlacionaram-se ($r=0,396731$, $P<0,05$) muito menos fortemente do que nos solos anteriores (Psamoferrálicos franco-arenosos).

Quadro 8. Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Psamoferrálicos Arenosos-Francos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,765308	0,98944	0,974287	0,819794	0,92212	0,95529	0,396731
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05

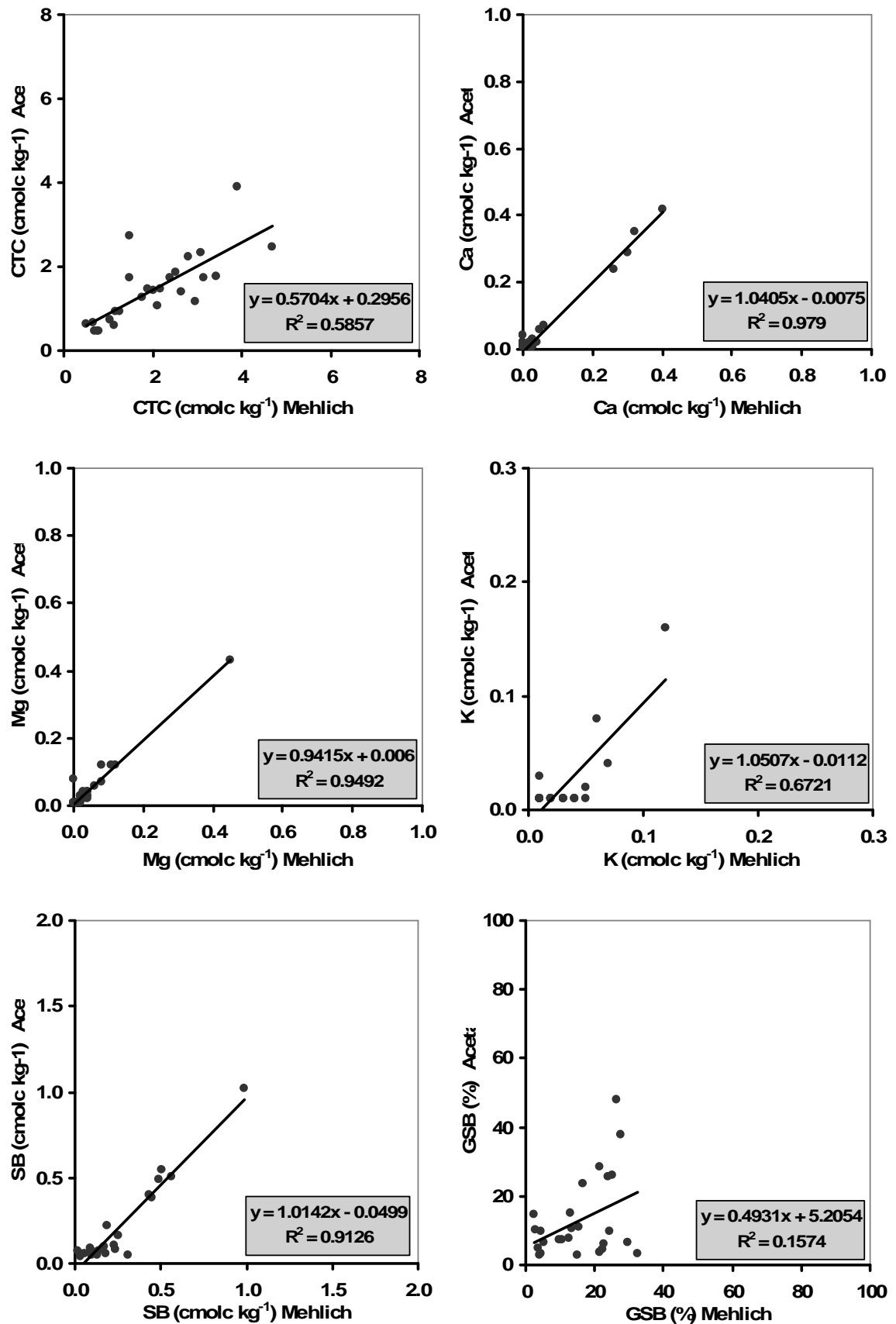


Figura 16 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Psamoferrálicos arenosos – francos, pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

4.5 - Solos Tipoparaferálicos

Os Solos Tipoparaferálicos são solos afins dos ferálicos, embora menos evoluídos, mas com presença de pequenas quantidades de minerais micáceos na fracção argila, tendo uma relação molecular sílica/alumina próxima de 2 (CEP, 1985).

Os Solos Tipoparaferálicos apresentam maior CTC (valores médios=8.87 cmolc kg⁻¹ pelo método de Mehlich e 10.86 cmolc kg⁻¹ pelo método do acetato de amónio), maior teor de bases de troca e da respectiva soma (SB) e maior valor de GSB do que qualquer dos tipos de solos considerados anteriormente (sobretudo nos casos do Ca e do Mg; Figura 17; Quadro 4).

A correlação entre os valores dos parâmetros anteriores obtidos pelos dois métodos foi muito forte ($P < 0,001$), com a maioria dos resultados obtidos acima do 0,90 (Quadro 9). As correlações mais fortes foram obtidas nos casos do Ca ($r=0,993246$), do Mg ($r=0,995757$), da SB ($r=0,994278$) e do GSB ($r=0,981161$); a correlação respeitante ao K foi mais forte do que em qualquer dos solos anteriores ($r=0,949067$), ao passo que para o Na não se observou qualquer correlação ($P=0,639$). O valor de r relativo à CTC foi ligeiramente mais baixo ($r=0,873458$).

Os solos em consideração apresentam uma particularidade que não foi observada nos casos anteriores. Ela resulta do facto dos valores da CTC, do teor das bases de troca e da respectiva soma, bem assim como do grau de saturação em bases, serem claramente mais elevados pelo método do acetato de amónio do que pelo de Mehlich (Figura 17); a diferença é sobretudo notória no caso do K de troca. Este padrão poderá estar em associação com a presença na fracção argilosa de minerais micáceos, para os quais o acetato de amónio tem maior afinidade e maior capacidade de extracção de cationes interfoliares, bem como de formas amorfas de Fe e Al (Wild, 1988), determinando o acréscimo da CTC (Sumner & Miller, 1996). Aliás, o facto do valor do grau de saturação pelos dois métodos se localizarem praticamente numa linha 1:1 (Figura 17) corrobora tal comportamento.

Quadro 9. - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Tipoparaferálicos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,873458	0,993246	0,995757	0,949067	-0,13188	0,994278	0,981161
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,639	<0,001	<0,001

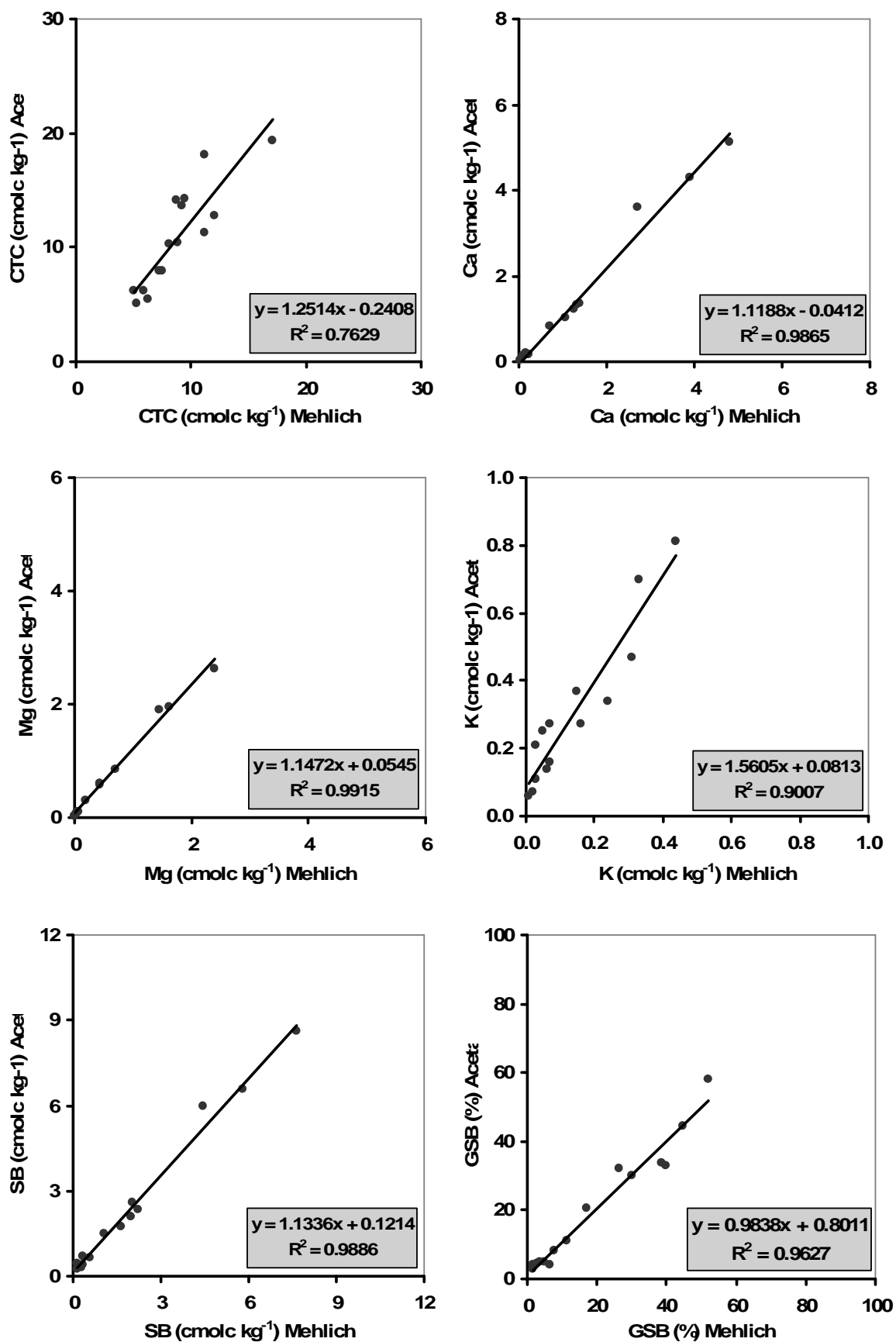


Figura 17 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Tipoparaferálicos, pelo método de Mehlich e pelo acetato de amônio (Acet).

4.6 - Solos Eutroparaferállicos

Os Solos Eutroparaferállicos são solos afins dos ferállicos, de perfil A(B)C ou ABC, com textura mais fina do que arenoso-franco (excluindo os franco-arenosos mais grosseiros) em toda a espessura ou pelo menos no horizonte (B) ou B, que diferem dos Solos Ferállicos formados a partir das mesmas rochas principalmente por apresentarem maior “reserva mineral alterável” e ainda por poderem apresentar rocha dura, fragmentos de rocha ou textura de rocha visível em mais de metade do perfil a profundidade inferior a 1 m. No horizonte B a argila é constituída principalmente por caulinite associada a quantidades variáveis de óxidos de Fe e Al e caracterizada por relação $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ inferior a 2 e CTC geralmente inferior a 15 cmolc kg^{-1} (CEP, 1985).

Os Solos Eutroparaferállicos, embora apresentem valores de CTC inferiores aos Solos Tipoparaferállicos, apresentam maiores teores de bases de troca e da respectiva soma (Quadro 4), sendo os teores, contudo muito variáveis (Figura 18); o seu grau de saturação em bases também é, em média, mis elevado, mas com uma grande dispersão de valores: desde mínimos até cerca de 80%. A diferença observada para as bases de troca justificar-se-á pela maior reserva de minerais alteráveis no solo (CEP, 1985).

Os valores de todos parâmetros do complexo de troca dos Solos Eutroparaferállicos obtidos pelos dois métodos, exceptuando o Na, correlacionaram-se fortemente ($P < 0,001$) (Quadro 10); essa correlação, porém, foi ligeiramente mais fraca do que a observada para os Solos Tipoparaferállicos, nomeadamente no caso da CTC.

Tal como observado para os Solos Tipoparaferállicos os valores dos teores das bases de troca, bem como da respectiva soma, e os valores do GSB foram superiores pelo método do acetato de amónio do que pelo de Mehlich (Figura 18), o que está em linha com a ocorrência nestes solos de minerais em alteração (CEP, 1985) e a referida especificidade do acetato de amónio (Wild, 1988). O acréscimo dos valores da CTC pelo primeiro método deverá estar em correspondência com a presença de tais minerais, dado que o NH_4^+ é igualmente capaz de deslocar cationes estruturais de minerais primários facilmente alteráveis (Sposito, 2000).

Quadro 10. - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Eutroparaferállicos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,747453	0,962221	0,975837	0,928899	0,327823	0,976709	0,972717
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,109650	<0,001	<0,001

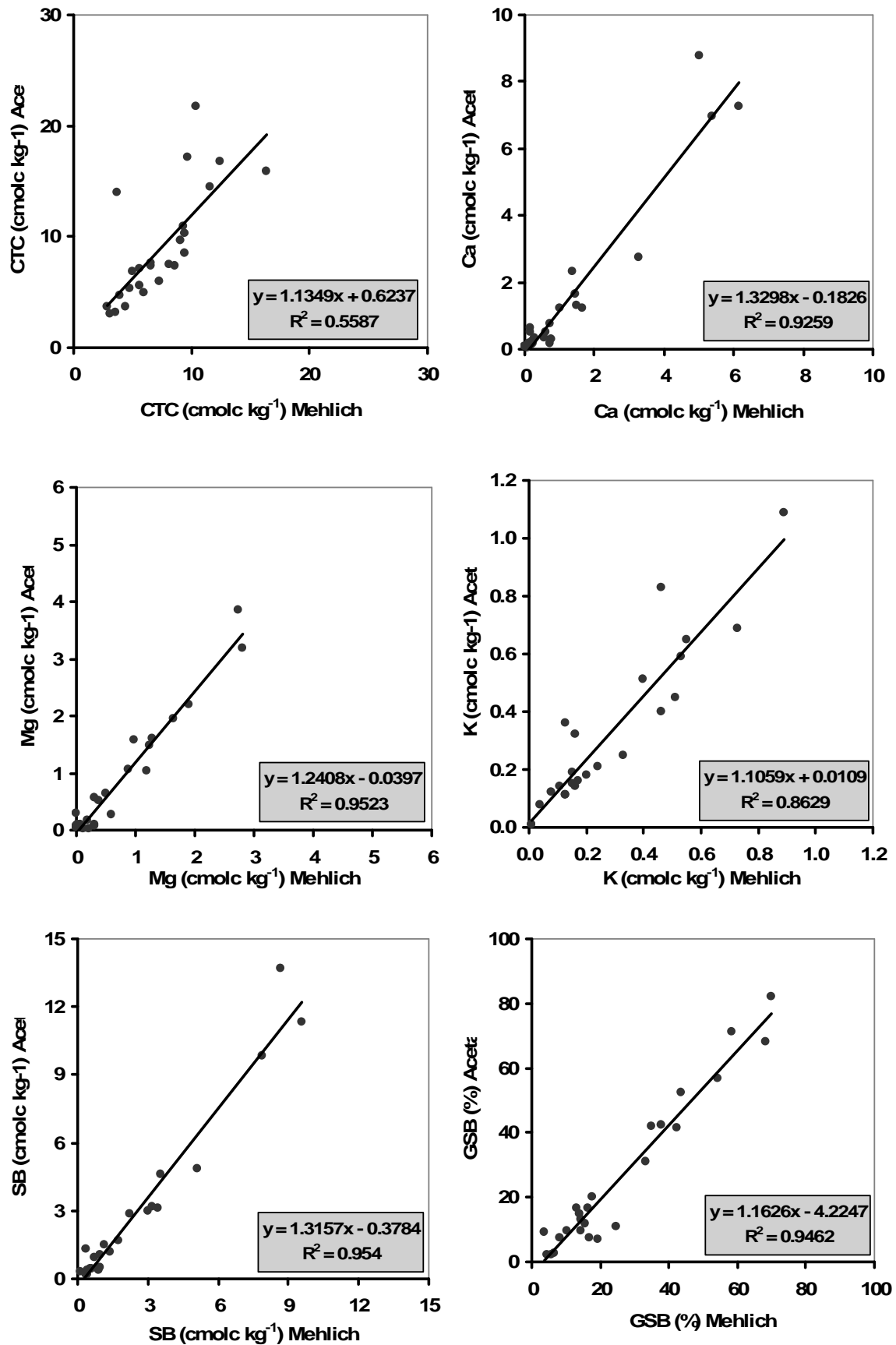


Figura 18 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Eutroparaferrálicos pelo método de Mehlich e pelo acetato de amônio (Acet).

4.7 - Solos Fersialícos

Os Solos Fersialícos são solos de textura mais fina que arenoso-franco, com horizonte B e com “reserva mineral alterável” menos elevada do que a dos Solos Eutrofersialícos das mesmas rochas, nunca expressa macroscopicamente em nenhum dos horizontes acima do horizonte C. Devido à relação sílica/alumina superior a 2, os Solos Fersialícos apresentam minerais do tipo 2:1 e têm uma boa capacidade de retenção de cátions (CEP, 1985).

Os Solos Fersialícos apresentam valores médios dos parâmetros estudados, respeitantes ao complexo de troca, mais elevados do qualquer dos outros tipos de solos considerados (Quadro 4). No caso do Ca e do Mg de troca os teores foram quase sempre acima dos 2 cmolc kg⁻¹, com valores máximos próximo de 16 cmolc kg⁻¹ (Figura 19). Os valores da CTC também tendem a ser elevados, assim como no caso do GSB, com todos os valores acima de 50% (Figura 19). Este padrão está naturalmente em relação com a reserva mineral alterável atribuída a estes solos (CEP, 1985), bem como à mineralogia da fracção argilosa.

As correlações entre os valores dos parâmetros do complexo de troca obtidos pelos dois métodos em comparação foram fortes ($r > 0,70$, $P < 0,001$; Quadro 11), tal como observado para os dois tipos de solos anteriores. As correlações mais fortes foram observadas para o Mg ($r = 0,98966$), SB ($r = 0,96603$) e Ca ($r = 0,946842$), aproximando-se das observadas para os dois tipos de solos anteriores; a correlação inerente ao GSB ($r = 0,71495$), por seu turno, foi mais fraca.

Também no caso presente, os valores dos parâmetros do complexo de troca pelo método do acetato de amónio foram mais elevados do que pelo método de Mehlich, nomeadamente no caso das bases de troca e da sua soma; tal diferença deverá estar em relação com a reserva de elementos na fracção mineral alterável (CEP, 1985), devido à acção atribuída ao NH₄⁺ na presença de minerais alteráveis (Sposito, 2000).

Quadro 11 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Solos Fersialícos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,90991	0,946842	0,98966	0,836317	0,76331	0,96603	0,71495
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

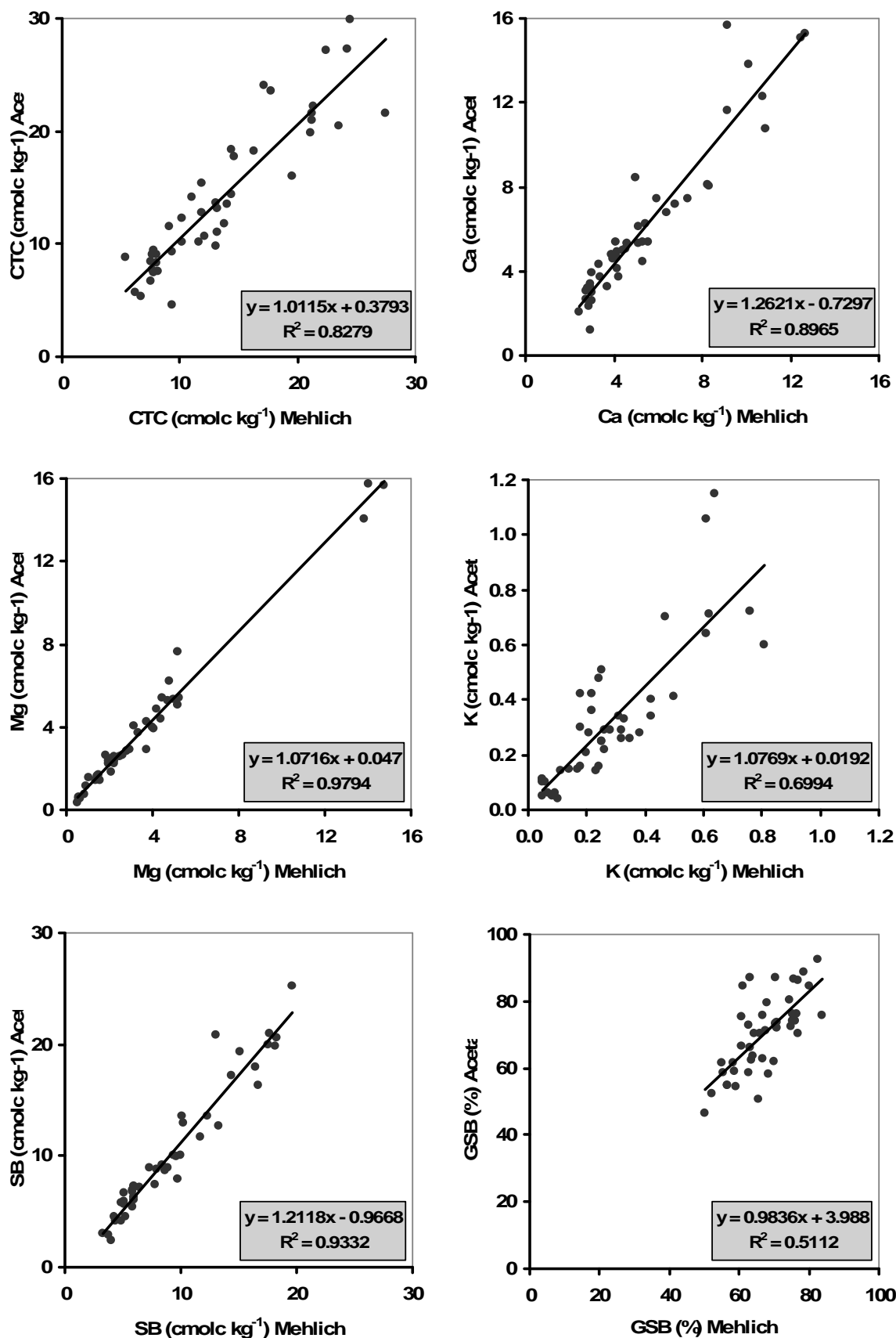


Figura 19 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Solos Fersialíticos pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

4.8 - Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos

Os Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos são solos de textura tão o mais grosseira do que arenoso-franco em toda a espessura ou apenas acima de descontinuidade litológica que se encontre a partir de profundidade superior a cerca 50 cm. Formam-se sob condições climáticas assaz variadas, a partir de sedimentos não consolidados grosseiros, frequentemente de natureza quartzosa e de cor pardacenta ou pálida. Devido à textura grosseira e, portanto, à baixa percentagem em argila, os solos em consideração são solos com fraca capacidade de retenção de água e nutrientes (CEP, 1985).

Os valores da CTC (Figura 20) são variáveis, mas inferiores a 8 cmolc kg^{-1} ; os valores determinados pelos dois métodos mostraram uma forte correlação entre si ($r=0,932171$; $P<0,001$; Quadro 12). Dada a textura dos solos em consideração, a variabilidade da CTC deverá estar associada a diferenças do teor de matéria orgânica.

A concentração de Ca permutável (Figura 20) mostrou valores muito variáveis (até 3 cmolc kg^{-1}), predominando os valores menores do que 1 cmolc kg^{-1} ; por seu turno, a correlação entre métodos é muito forte ($r=0,988632$, $P<0,001$). A concentração de Mg é inferior a $1,5 \text{ cmolc kg}^{-1}$ e também fortemente correlacionada entre métodos ($r=0,972711$, $P<0,001$). As concentrações de K e Na de troca atingem valores ainda menores e variáveis (Figura 20; Anexo). A correlação da concentração de K entre métodos, ao invés do referido para os outros tipos de solos, foi semelhante à estimada para o Ca e Mg ($r=0,979905$, $P<0,001$); a do Na foi mais fraca ($r=0,476961$, $P<0,01$).

A soma das bases de troca (SB) é generalizadamente inferior a 2 cmolc kg^{-1} e os valores obtidos pelos dois métodos também são fortemente correlacionados ($r=0,991216$, $P<0,001$). No entanto, os valores pelo acetato de amónio, como se observa para o Ca e o Mg, são um pouco inferiores aos determinados pelo método de Mehlich.

O valores do GSB mostraram-se muito variáveis (desde mínimos até 75%) e com forte correlação entre métodos ($r=0,909355$; $P<0,001$; Quadro 12), sendo ligeiramente menores os determinados pelo acetato de amónio.

Quadro 12 - Valores do coeficiente de correlação (r) e de p relativos a parâmetros do complexo de troca de Psamorregossolos e Solos oxipsâmicos.

Parâmetro	CTC	Ca	Mg	K	Na	SB	GSB
r	0,932171	0,988632	0,972711	0,979905	0,476961	0,991216	0,909355
p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001

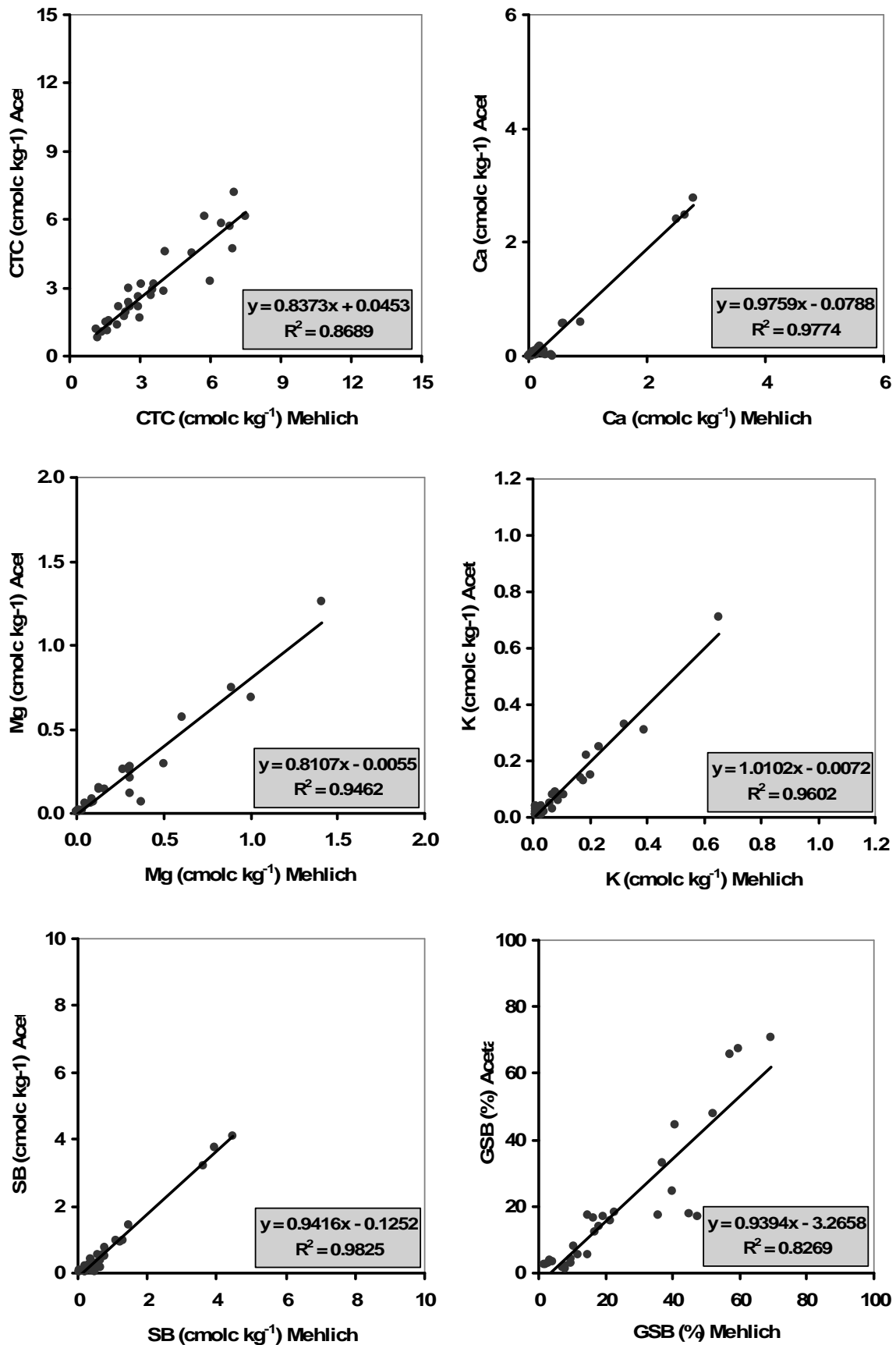


Figura 20 - Correlação entre os valores da CTC, dos teores de Ca, Mg, e K de troca, SB e do GSB determinados nos Psamorreossolos e Solos oxipsâmicos pelos métodos de Mehlich e do acetato de amônio (Acet).

CAPÍTULO IV - CONSIDERAÇÕES GERAIS

A comparação dos valores dos parâmetros do complexo de troca efectuada no presente estudo entre métodos teve carácter sobretudo qualitativo, dado que as respectivas determinações foram efectuadas em períodos bastante diferentes, por equipamentos por vezes também diferentes e, até, por técnicos diferentes. Com o presente estudo pretendeu-se tão somente averiguar se os valores dos parâmetros do complexo de troca obtidos ao longo de dezenas de anos por um método (o de Mehlich) podem considerar-se semelhantes aos obtidos actualmente por outro (o método do acetato de amónio), tendo em consideração os requisitos da classificação de horizontes e qualificadores de Solos Ferralíticos e afins (*Ferralsols*; WRB, 2006); além do mais, constitui um meio adicional para avaliar a diversidade de algumas unidades de solos consideradas pela Classificação Geral dos Solos de Angola (CEP, 1985).

Analisando as correlações entre os valores dos parâmetros do complexo de troca de todos os solos estudados, pelos dois métodos laboratoriais utilizados, podemos afirmar que a maioria dessas correlações são muito fortes. Isto indica-nos de modo geral que os resultados dos dois métodos apresentam elevada compatibilidade entre si. De facto, os valores de r e R^2 foram muitas vezes superiores ao 0,90, pois valores de $r > 0,70$ significam já uma forte correlação entre as duas variáveis estudadas. Porém, as correlações entre os valores do Ca e Mg de troca, bem como da soma das bases de troca foram bem mais fortes do que as respeitantes à capacidade de troca catiónica e ao grau de saturação em bases. Como para a caracterização dos horizontes ferrálicos (WRB, 2006) se considera simultaneamente a CTC da fracção argilosa e a capacidade de troca catiónica efectiva (soma das bases e acidez extraível), então a soma das bases de troca é fundamental para essa correlação. Aliás, o mesmo parâmetro é utilizado para identificar os qualificadores *geric* (soma das bases de troca mais acidez extraível inferior a 1,5 cmolc kg⁻¹) e *vetic* (soma das bases de troca mais acidez extraível inferior a 6 cmolc kg⁻¹), bem como os qualificadores *eutric* e *dystic* dos *Ferralsols* (WRB, 2006).

Os *Ferralsols* correspondem ao grupo de solos de referência que é caracterizado pela ocorrência de horizontes ferrálicos – horizontes subsuperficiais com muito menor afectação pela matéria orgânica do que os superficiais (WRB, 2006). A análise que incidiu sobre grupos de horizontes de acordo com a sua profundidade, mostrou que as correlações dos valores dos parâmetros do complexo de troca dos horizontes subsuperficiais, pelos dois

métodos, são mais fortes do que para os superficiais. Igualmente, foi patente que as correlações inerentes ao Ca e Mg troca e à soma das bases de troca foram mais fortes do que as obtidas para a capacidade de troca catiónica e o grau de saturação em bases. Isto é, se considerarmos apenas os horizontes subsuperficiais aumenta-se a afinidade de resultados obtidos pelos dois métodos, sendo, porém, a similitude maior no caso da soma das bases de troca.

As correlações entre os valores dos parâmetros do complexo de troca considerados, pelos dois métodos em comparação, dos solos que não caem no âmbito dos *Ferralsols* (Solos Psamoferrálicos arenosos francos, Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos; CEP, 1985) são semelhantes às referidas para o conjunto de todos os solos considerados. Semelhante constatação se faz no que respeita aos Solos Fersialícos (CEP, 1985), os quais se enquadram sobretudo nos *Cambisols* (WRB, 2006).

No que respeita aos Solos Ferralíticos propriamente ditos (Solos Tipoferrálicos, Solos Fracamente Ferrálicos e Solos Psamoferrálicos franco arenosos; CEP, 1985) constatou-se que os primeiros apresentam valores de Ca e Mg de troca (e sobretudo da soma de bases de troca), bem como de CTC, bastante semelhantes entre os métodos considerados (próximos de uma linha 1:1); o grau de saturação em bases, porém, é bastante inferior pelo método do acetato de amónio. No caso dos Solos Fracamente Ferrálicos a proximidade dos valores dos parâmetros do complexo de troca pelos dois métodos também é muito grande, mas os valores da CTC pelo acetato de amónio são inferiores aos obtidos pelo método de Mehlich: No que toca aos Solos Psamoferrálicos franco-arenosos verifica-se que apenas os valores da CTC são próximos entre os dois métodos, enquanto os valores do Ca e Mg de troca, bem como a soma das bases de troca, e o grau de saturação em bases são claramente mais elevados pelo acetato de amónio. Do que foi dito, constata-se que os dados dos Solos Tipoferrálicos são equiparáveis aos obtidos pelo acetato de amónio, enquanto nos outros (nomeadamente os Fracamente Ferrálicos) a equiparação deve fazer-se com alguma precaução.

Por seu turno, no caso dos solos afins dos Solos Ferralíticos (Solos Eutroparaferálicos e Solos Tipoparaferálicos; CEP, 1985), para além das fortes correlações entre os valores dos parâmetros do complexo de troca obtidos pelo método de Mehlich e pelo método do acetato de amónio, verifica-se que os valores desses parâmetros tendem a ser mais elevados pelo acetato de amónio do que pelo método de Mehlich. Nestas circunstâncias pode afirmar-se que os níveis dos parâmetros obtidos pelo último método caem dentro do intervalo expectável para os definidos a partir dos valores obtidos pelo acetato de amónio.

A maioria dos solos analisados apresentaram valores bastante baixos de bases de troca e da CTC. Isto indica que os solos estudados são muito pobres em nutrientes e que a disponibilidade dos mesmos para as plantas é limitada. A CTC efectiva é também bastante baixa, apresentando a grande maioria das amostras tiveram valores inferiores a 5 cmolc kg^{-1} . De facto, uma capacidade de troca catiónica efectiva de pelo menos 4 cmolc kg^{-1} é necessária para reter a maioria dos catiões (Sanchez, 1976). Devido à forte alteração e à textura grosseira, muitos solos da faixa tropical têm valores de CTCe inferiores aos 4 cmolc kg^{-1} . Nestes solos, aumentar a CTC é um objectivo importante; a correcção calcária e o aumento do teor de matéria orgânica no solo são dois métodos muito utilizados para o efeito. Em muitos solos tropicais fortemente alterados, a manutenção da matéria orgânica é quase sinónimo da manutenção da CTC (Brams, 1971) e da capacidade de troca catiónica efectiva em níveis aceitáveis. O Ca e o Mg são as bases mais abundantes os solos estudados; o K é geralmente a terceira base de troca mais abundante e a sua concentração pode variar devido à natureza da rocha-mãe e da mineralogia das fracções granulométricas do solo.

A maioria das amostras analisadas indica que os perfis da República de Angola considerados (exceptuou-se no estudo os solos da orla litoral com clima seco e derivados de formações sedimentares) pertencem sobretudo a dois grupos de referência de solos (Reference Soil Groups *sensu* WRB, 2006): os Ferralsolos (*Ferralsols*) e os Arenossolos (*Arenosols*), tal como se observa na Figura 5. Os primeiros englobam os Solos Tipoferrálicos, Solos Fracamente Ferrálicos, Solos Psamoferrálicos franco-arenosos, Solos Tipoparaferálicos, e Solos Eutroparaferálicos; os segundos incluem os Psamorregossolos, Solos Oxipsâmicos e Solos Psamoferrálicos arenoso – francos. Dos solos considerados, apenas os Solos Fersialílicos não se enquadram em tais grupos de referência, devendo cair sobretudo no grupo de referência dos Cambissolos (*Cambisols*). As análises efectuadas, permitem retratar as características gerais físicas e químicas dos tipos de solos mais frequentes na República de Angola.

Os **Arenossolos** (Psamorregossolos, Solos Oxipsâmicos e Solos Psamoferrálicos arenoso – francos) incluem os solos de textura arenosa a arenoso franca, derivados de materiais não consolidados, presentes em vários tipos de ecossistemas. É um dos *Reference Soli Groups* mais representados no mundo, pois cobre cerca de 1.300 milhões ha ou cerca 10 % da superfície terrestre (WRB, 2006). Na República de Angola, os Arenosols em sentido lato representam um percentagem substancial do território (cerca de 50%), com se observa na Figura 5.

Embora a maioria dos Arenossolos se encontre em áreas áridas e semi-áridas, são solos tipicamente azonais, podendo ser encontrados na maioria dos climas, dos áridos aos húmidos e dos quentes aos frios. Encontram-se em superfícies muito antigas assim como em formações recentes e podem ser associados a todos os tipos de vegetação.

A característica mais importante dos Arenossolos é a textura grosseira que determina uma alta permeabilidade e uma capacidade muito baixa na retenção de água e nutrientes. Assim, nas áreas áridas, onde as precipitações anuais são inferiores a 300 mm, são geralmente utilizados para pastagens, enquanto a agricultura de sequeiro é possível nas áreas em que as precipitações excedem os 300 mm (WRB, 2006). A baixa coesão, a baixa capacidade de reter nutrientes e a alta sensibilidade à erosão eólica são limitações muito graves sobretudo nas áreas áridas.

Os Arenossolos nas áreas temperadas húmidas e sub-húmidas têm limitações bastante parecidas as das áreas áridas, embora as secas sejam uma constante menos séria. Os Arenossolos nas áreas tropicais húmidas estão geralmente ocupados com a vegetação espontânea, estando os nutrientes do sistema sobretudo alocados na biomassa e na matéria orgânica do solo; a eventual preparação do solo tem efeitos muito negativos, pois determina um empobrecimento geral dos horizontes superficiais, reduzindo drasticamente a sua fertilidade. O cultivo intensivo de culturas anuais requer grandes investimentos que, na maioria dos casos, não são economicamente justificados (WRB, 2006).

Os **Ferralsolos** (Solos Tipoferrálicos, Solos Fracamente Ferrálicos, Solos Psamoferrálicos (franco arenosos), Solos Tipoparaferálicos e Solos Eutroparaferálicos) representam os solos amarelos e vermelhos, fortemente alterados, dos trópicos húmidos. A fracção argilosa é dominada por argilas de baixa actividade (sobretudo caulinite) e uma alta percentagem em sesquióxidos de ferro e alumínio. São solos fortemente alterados, com baixa reserva mineral, típicos dos trópicos húmidos e encontram-se geralmente em paisagens planas ou onduladas. Os Ferralsolos ocupam cerca de 750 milhões ha, sobretudo em África e América do Sul. Em Angola ocorrem sobretudo nas superfícies antigas do planalto central ocupando cerca de 25% do território (ver Figura 5).

A maioria dos Ferralssolos têm boas propriedades físicas, apresentando nomeadamente grande profundidade, boa permeabilidade e micro-estrutura estável que determinam que sejam menos susceptíveis à erosão de que a maioria dos outros solos tropicais fortemente alterados. Têm uma boa drenagem, mas podem sofrer o efeito de secas devido à escassa capacidade de retenção de água. A fertilidade química dos Ferralssolos é baixa, os minerais alteráveis são escassos ou ausentes e a capacidade de retenção dos cationes pela fracção mineral é baixa. Os nutrientes disponíveis para as

plantas estão maioritariamente alocados na matéria orgânica, presente sobretudo nos horizontes superficiais.

Uma das características dos Ferralssolos respeita à forte adsorção de P (variável com a constituição mineralógica) que determina fortes deficiências deste nutriente. Estes solos são também geralmente pobres em N, K, bem como em Ca, Mg e S (Sanchez, 1976). A correcção cálcica é uma medida determinante para aumentar o valor do pH dos horizontes superficiais. A correcção cálcica combate a toxicidade do Al e aumenta a CTC efectiva; por outro lado, baixa a capacidade de troca aniónica, que pode levar ao colapso da estrutura do solo (WRB, 2006).

Os **Cambissolos** (Solos Fersialícos) cobrem cerca de 1.500 milhões ha da superfície terrestre. É um RSG muito vulgar nas regiões temperadas e boreais que foram influenciadas pelas glaciações no Pleistocénico, em parte porque a rocha-mãe é ainda jovem mas também porque a pedogénese nas regiões mais frias é sempre mais lenta de que nas regiões quentes (WRB, 2006). Os Cambissolos (*Cambisols*) ocorrem também nas regiões secas mas são mais raros nos trópicos e subtropicais húmidos onde a pedogénese verifica-se mais rapidamente de que nas regiões temperadas, boreais e áridas. Os Cambissolos são vulgares nas áreas sujeitas à erosão, onde podem encontrar-se em associação com solos tropicais mais antigos.

Os Cambissolos nos trópicos húmidos são geralmente pobres em nutrientes mas são mais ricos de que os *Acrisols* e *Ferralsols* associados e têm geralmente uma maior CTC. Os Cambissolos mais ácidos, embora menos férteis, são também utilizados para agricultura e pastagens. Os Cambissolos em declives muito acentuados são geralmente deixados com vegetação espontânea. Nas planícies irrigadas nas zonas áridas, são cultivados intensivamente para a produção de culturas alimentares e industriais (*oil crops*).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, L. A. Grandvaux. 1970. *Carta Fitogeográfica de Angola*. Instituto de Investigação Científica de Angola, Luanda.
- Barreira, R. (Coordenação). *Angola 30 anos*. Ed. Global Marketing Angola, com a colaboração especial dos Serviços de Imprensa da Embaixada de Angola em Portugal.
- Brady, N. C. & Weil, R. R. 1999. *The Nature and Properties of the Soils* (Twelfth Edition). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Botelho da Costa, J. 2004. *Caracterização e Constituição do Solo*. Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- Botelho da Costa, J. V. & Azevedo, A. L. 1947. *Relatório de Trabalho de Campo da Missão Agrológica a Angola (1946)*. Junta de Exportação dos Cereais das Colónias, Lisboa. Dois volumes (Policopiado).
- Brams, E. 1971. Continuous cultivation of West African soils: organic matter diminution and effects of applied lime and phosphorus. *Plant and Soil* 35: 401-414.
- Cardoso Franco, E.P. 1991. O mundo tropical. *AGROS* 1: 6-19. (Janeiro-Julho).
- CEP, 1985. *Carta Geral dos Solos de Angola. 7. Província de Cuanza Sul*. Memórias (2ª Série),69. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- CEP, 1995. *Carta Geral dos Solos de Angola. 8. Província de Malanje*. Memórias (2ª Série),71. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- CEP, 1997. *Carta Geral dos Solos de Angola. 10. Províncias de Lunda Norte, Lunda Sul e Moxico*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa (Policopiado).
- CEP, 2000. *Carta Geral dos Solos de Angola. 11. Província de Cuando-Cubango*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa (Policopiado).
- CEP, 2002. *Carta Geral dos Solos de Angola. 9. Província de Bié*. Memórias (2ª Série),72. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- CEP, 2009. *Carta Geral dos Solos de Angola. 12. Províncias de Luanda, Bengo e Cuanza Norte*. Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa (em preparação).
- CEPT, 1981. *Carta Geral dos Solos de Angola. 6. Distrito de Benguela*. Memórias (2ª Série),65. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa (Policopiado).
- Cunningham, R. K. 1963. The effect of clearing a tropical forest soil. *J. Soil Sci.* 14: 334-345.
- Driessen, P. M. & Dudal, R. 1981 *The Major Soils of the World*. Ed. Driessen. P. M. & R. Dudal. The Netherlands.
- Gieseking, John. E. 1975. *Soil Components – Volume 1 Organic Components*. Ed. Springer-Verlag, New York.
- Gieseking, John. E. 1975. *Soil Components – Volume 2 Inorganic Components*. Ed. Springer-Verlag, New York.

- Gossweiler, J. 1939. *Carta Fitogeográfica de Angola*. Com a colaboração de F. A. Mendonça, Governo-Geral de Angola.
- Gouveia, J. A., Cabral de Moncada, P., Monteiro, J. F., Neto, M. G. 2001. *Riquezas Minerais de Angola*. Ed. ICE, Lisboa.
- Grohmann, F. 1960. Distribuição de tamanho de poros em três tipos de solos do Estado de São Paulo. *Bragantia* 19: 319-328.
- Hardy, F. 1970. *Suelos Tropicales – Pedologia Tropical com Ênfasis en America*. Ed. Herrero Hermanos. Sucesores. S. A., Mexico.
- Iodice, C. 2007. *Compendio di Statistica*. Ed. Simone, Arzano (Italia).
- Lal, R. & Sanchez, P. A. 1992. *Myths and Science of Soils of the Tropics*. SSSA Special Publication Number 29, Madison (USA).
- Martins, J. (Revisão Técnica). 1979. *Geografia Universal Africa e Oceania*. Ed. CELBRASIL, Lisboa.
- Mouta, F. 1954. *Notícia Explicativa do Esboço Geológico de Angola* (1:2.000.000). Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- MPA, 1959. *Carta Geral dos Solos de Angola. 1. Distrito de Huíla*. Memórias (2ª Série), 9. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- MPA, 1961. *Carta Geral dos Solos de Angola. 2. Distrito de Huambo*. Memórias (2ª Série), 27. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- MPAM, 1968. *Carta Geral dos Solos de Angola. 4. Distrito de Cabinda*. Memórias (2ª Série), 57. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- MPAM & CEPT. 1968. *Carta Generalizada dos Solos de Angola* (3ª Aproximação). Memórias (2ª série), 56. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- MPAM & CEPT. 1972. *Carta Geral dos Solos de Angola. 5. Distrito de Uíge e Zaire*. Memórias (2ª série), 63. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- Neto, J. F. C. 2008. *Angola: Agriculturas e Alimentação*. Ed. IPAD. Lisboa.
- Neto, A.G., Ricardo, R.P. & Madeira, M. 2006. O alumínio no solos de Angola. In I. Moreira (Ed) *Angola: Agricultura, Recursos Naturais, Desenvolvimento Rural*, I Volume, pp.121-143. ISAPress, Lisboa.
- Nieuwolt, S. 1977. *Tropical Climatology – An Introduction to the Climates of the Low Latitudes*. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester.
- Page, A. L. 1982. *Methods of Soil Analysis Part 2*. Soil Science Society of America. Inc. Madison, Wisconsin USA.
- Póvoas, I. & Barral, M. F. 1992. *Métodos de Análise de Solos*. Comunicações, Série de Ciências Agrárias, Instituto de Investigação Científica Tropical, Lisboa.
- Ricardo, R., Raposo, J. A. & Madeira, M. 2006. Estudos dos solos de Angola pelo ISA e pelo IICT. Contribuição para a Ciência do Solo Tropical. In I. Moreira (Ed) *Angola: Agricultura. Recursos e Desenvolvimento* pp. 97-120. ISAPress, Lisboa.

- Ricardo, R. & Réffega, A. 2003. Contribution portugaise au développement de la science du sol tropical. In Georges Stoops – workshop *Evolution of Tropical Soil Science: Past and Future*, pp. 49-78. Brussels, 6 March 2002. Royal Academy of Overseas Sciences.
- Sanchez, P. A. 1976. *Properties and Management of Soils in the Tropics*. Ed. John Wiley and Sons, New York (USA).
- Schokalskaja, Z. J. 1944. A new soil map of Africa. *Pochvovedenie* 9: 424-475.
- Shantz, M.L. & Marbut, C. F. 1923. *Vegetation and Soils of Africa*. American Geographical Society, New York.
- Soil Survey Staff (SSS). 2003. *Keys to Soil Taxonomy* (Nineth Edition). United States Department of Agriculture and Natural Resources Conservation Service, Washington.
- Sposito, G. 2000. Ion exchange phenomena. In: M. E. Sumner (Editor-in-chief) *Handbook of Soil Science*, Section B – Soil Chemistry, pp 241-263. CRC Press LLC, Boca Raton.
- Sumner, M. E. & Miller, W. P. 1996. Cation exchange capacity and exchange coefficients. In: D. L. Sparks (ed.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*, pp. 1201-1229. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
- Tassinari, G. 1998. *Manuale dell'Agronomo*. Ed. REDA, Torino (Italia).
- Teixeira, A. M., Pinto Ricardo, R., Monteiro, F. & Madeira, M. 2006. Os minerais de ferro e alumínio nos solos de Angola. In I. Moreira (Ed) *Angola: Agricultura. Recursos e Desenvolvimento* pp. 145-167. ISAPress, Lisboa.
- Van Wambeke, A. 1992. *Soils of the Tropics – Properties and appraisal*. Ed. McGraw-Hill Inc., New York.
- Verdaguer, C. (Direção). 1980. *Geografia Universal vol.6 Africa*. Ed. Océano-Éxito S. A., Barcelona (Espanha).
- Wild, A. 1988a. Plant nutrients in soil: nitrogen. In: A. Wild (Ed), *Russell's Soil Condition and Plant Growth*, 11th ed., pp. 652-694. Longman Scientific & Technical, Essex.
- WRB. 2006. *World Reference Base for Soil Resources*. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.

ANEXO

Características dos solos estudados

Solos Tipoferrálicos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)											
			EG	AG	AF	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB					
			cm								g kg ⁻¹								cmolc kg ⁻¹								%				
118/60 (C 96) Tipoferrálicos Húmicos Vermelhos, de rochas argiláceas consolidadas.																															
7906		0-8	0	42	268	222	398	106	61,4	32,21	5,8	4,6	2,32	0,98	0,34	0,12	3,76	17,83	21,1	2,21	1,00	0,34	0,07	3,62	14,88	24,3					
7907		8-22	0	91	272	159	393	74	42,9	33,59	5,7	4,6	0,62	0,00	0,24	0,16	1,02	15,08	6,8	0,08	0,11	0,20	0,14	0,53	16,51	3,2					
7908		22-47	0	72	293	158	428	50	29,0	36,76	5,7	4,8	0,66	0,00	0,12	0,11	0,89	11,11	8,0	0,02	0,07	0,11	0,07	0,27	11,22	2,4					
7909		47-75	0	81	328	127	416	37	21,4	28,69	5,6	4,8	0,03	0,03	0,08	0,17	0,31	10,39	4,8	0,01	0,04	0,05	0,09	0,19	8,60	2,3					
232C/63 (Mj 125) Tipoferrálicos Vermelhos Modais, de rochas sedimentares consolidadas, não calcárias.																															
13133		0-10	0	118	169	76	637	41	23,7	30,00	5,0	3,9	0,61	0,22	0,11	0,04	0,98	7,58	12,9	0,75	0,26	0,27	0,06	1,34	12,01	18,1					
13134		10-27	0	151	182	65	602	31	17,9	30,62	4,7	4,0	0,23	0,07	0,05	0,07	0,42	9,74	4,3	0,14	0,08	0,12	0,05	0,39	9,65	4,2					
13135		27-55	0	132	175	66	627	20	11,6	33,45	5,0	4,0	0,13	0,04	0,03	0,06	0,26	8,94	2,9	0,04	0,04	0,07	0,05	0,20	7,80	2,6					
13136		55-90	0	106	160	110	624	13	7,5	36,34	5,1	4,1	0,10	0,03	0,02	0,04	0,19	7,38	2,6	0,04	0,03	0,07	0,02	0,16	7,05	2,2					
204/61 (B 66) Tipoferrálicos Vermelhos Modais, de rochas básicas.																															
10482		0-17	0	140	246	106	507	38	22,0	5,14	5,5	4,1	0,38	0,33	0,11	0,09	0,91	8,36	10,9	0,10	0,11	0,13	0,15	0,48	12,56	3,8					
10483		20-50	0	139	285	67	510	19	11,0	5,65	5,7	4,2	0,41	0,32	0,07	0,04	0,84	8,11	10,4	0,03	0,04	0,03	0,14	0,24	8,01	3,0					
10484		60-95	0	121	247	66	566	10	5,8	5,87	5,9	4,5	0,47	0,27	0,07	0,09	0,90	5,70	15,8	0,13	0,06	0,07	0,14	0,40	5,97	6,8					
10485		100-135	0	104	261	63	572	-	-	5,90	6,0	4,5	0,05	0,02	0,02	0,15	0,24	4,36	5,5	0,01	0,02	0,02	0,15	0,20	5,63	3,5					
10486		135-170	0	120	271	73	536	-	-	6,38	6,0	4,7	0,07	0,03	0,03	0,14	0,27	4,23	6,4	0,03	0,03	0,03	0,15	0,23	5,09	4,6					
207/61 (B 67) Tipoferrálicos Vermelhos Modais, de sienitos.																															
10446		84-120	10	64	302	141	493	9	5,2	7,09	5,6	5,5	0,48	0,23	0,10	0,22	1,03	7,37	14,0	0,09	0,04	0,06	0,29	0,47	5,59	8,4					
10447		120-160	10	77	297	150	476	7	4,1	6,81	5,7	5,8	0,03	0,01	0,04	0,35	0,43	4,78	9,0	0,06	0,05	0,06	0,39	0,56	4,84	11,5					

Solos Tipoferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	AF	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	g kg ⁻¹									cmolc kg ⁻¹							%	cmolc kg ⁻¹						
155/56 (Hb 31)Ferrálícos Típicos Vermelhos, de rochas lávicas.																											
3013		12-39	80	191	353	267	175	30	17,4	6,97	6,3	5,0	4,74	1,57	0,12	0,06	6,49	17,54	37,0	4,09	1,37	0,13	0,02	5,61	18,04	31,1	
3014		39-70	38	188	348	263	193	22	12,7	6,05	6,3	5,1	4,41	1,25	0,05	0,06	5,77	13,12	44,0	5,23	0,98	0,09	0,03	6,33	16,24	39,0	
3015		70-100	4	272	280	278	158	10	5,8	6,58	6,5	5,4	2,58	0,98	0,05	0,04	3,65	11,47	31,8	2,68	0,87	0,06	0,03	3,64	13,31	27,4	
3016		100-130	4	253	299	272	180	7	4,1	6,58	6,6	5,4	1,00	1,35	0,06	0,07	2,48	11,98	20,7	0,77	1,24	0,07	0,03	2,10	11,82	17,8	
3017		130-160	7	281	264	237	210	6	3,5	6,10	6,3	5,1	0,46	0,49	0,05	0,02	1,02	10,60	9,6	0,25	0,43	0,08	0,05	0,80	10,77	7,4	
150/56 (Hb 29)Ferrálícos Típicos Laranjas, de rochas eruptivas ou cristalofílicas, quartzíferas.																											
2976		0-8	20	211	267	118	381	20	11,6	3,14	6,1	5,9	2,44	1,62	0,32	0,07	4,45	11,79	37,7	2,64	1,79	0,34	0,04	4,80	11,09	43,3	
2977		8-18	100	190	269	91	425	6	3,5	3,08	5,5	4,6	0,36	0,26	0,18	0,02	0,82	8,28	9,9	0,05	0,19	0,18	0,06	0,48	7,75	6,2	
2978		18-40	68	159	278	51	495	4	2,3	3,33	5,5	4,7	0,25	0,21	0,11	0,10	0,67	6,83	9,8	0,06	0,09	0,10	0,03	0,27	6,32	4,3	
2979		40-65	52	180	296	146	357	2	1,2	3,53	5,7	5,5	0,33	0,17	0,06	0,04	0,60	5,09	11,8	0,09	0,09	0,03	0,03	0,25	5,22	4,7	
2980		65-95	19	169	306	149	375	2	1,2	3,40	5,9	5,7	0,21	0,23	0,05	0,09	0,58	4,12	14,1	0,03	0,07	0,02	0,03	0,14	4,44	3,2	
2981		95-130	20	149	278	141	433	2	1,2	3,72	6,3	5,8	0,03	0,02	0,05	0,31	0,41	4,21	7,1	0,02	0,07	0,03	0,05	0,16	4,00	4,1	
140/56 (Hb 29') Ferrálícos Típicos Laranjas, de rochas eruptivas ou cristalofílicas, quartzíferas.																											
2971		0-14	72	399	343	27	221	22	12,7	0,98	6,1	5,0	1,26	0,38	0,13	0,14	1,92	4,87	30,4	1,49	0,43	0,08	0,06	2,06	5,42	37,9	
2973		23-60	64	276	371	30	323	8	4,6	1,49	5,6	4,9	0,10	0,07	0,07	0,21	0,45	3,38	12,3	0,11	0,09	0,01	0,03	0,24	3,21	7,4	
64/60 (C 94) Tipoferrálícos não húmico, de rochas arenáceas consolidadas.																											
7940		0-10	0	121	562	35	249	50	29,0	0,43	5,3	4,3	1,24	0,00	0,15	0,04	1,43	11,31	12,6	0,62	0,16	0,13	0,08	1,00	7,33	13,7	
7941		10-25	0	56	635	50	246	28	16,2	1,88	5,0	4,2	0,09	0,04	0,07	0,17	0,37	8,98	11,7	0,09	0,04	0,04	0,12	0,29	6,05	4,8	
7942		25-45	0	106	573	30	277	21	12,2	1,98	5,0	4,2	0,04	0,02	0,06	0,21	0,33	7,40	12,0	0,04	0,03	0,04	0,10	0,21	4,52	4,7	
7943		50-85	0	83	598	68	226	16	9,3	2,03	5,0	4,3	0,02	0,01	0,04	0,16	0,23	6,06	15,4	0,03	0,02	0,02	0,08	0,15	4,02	3,7	
7944		90-125	0	54	607	59	263	-	-	2,09	5,2	4,4	0,06	0,02	0,04	0,15	0,26	3,84	5,8	0,03	0,02	0,01	0,06	0,12	3,27	3,7	
7945		135-175	0	109	556	59	257	-	-	2,32	5,3	4,5	0,01	0,01	0,04	0,11	0,17	3,12	4,6	0,01	0,01	0,01	0,05	0,09	2,65	3,3	
121/60 (C 95) Tipoferrálícos Húmicos Laranjas, de rochas argiláceas consolidadas.																											
8021		0-15	0	132	215	122	472	86	49,9	26,48	5,4	4,4	2,31	0,89	0,30	0,18	3,68	21,82	16,9	2,40	1,01	0,41	0,08	3,90	17,96	21,7	
8022		15-33	10	146	201	118	486	54	31,3	28,41	5,4	4,3	0,66	0,00	0,08	0,05	0,79	11,11	7,1	0,06	0,10	0,18	0,11	0,45	13,99	3,1	
8023		33-60	10	139	252	189	397	37	21,5	31,31	5,5	4,5	0,08	0,04	0,09	0,19	0,40	11,45	8,6	0,06	0,04	0,10	0,08	0,28	10,66	2,7	
8024		65-100	10	136	193	107	556	21	12,2	32,28	5,5	4,5	0,52	0,00	0,07	0,06	0,65	8,46	7,7	0,01	0,03	0,06	0,04	0,14	6,36	2,2	

Solos Tipoferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)									
			EG	AG	AF	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			g kg ⁻¹							cmolc kg ⁻¹							%	cmolc kg ⁻¹							%			
cm																												
223C/63 (Mj 124) Tipoferrálicos Amarelos Melânicos, de rochas sedimentares consolidadas, não calcárias.																												
13059		0-10	0	429	360	8	203	19	11,0	0,00	5,1	4,2	0,17	0,07	0,10	0,02	0,36	5,38	6,7	0,25	0,10	0,08	0,04	0,47	4,42	10,7		
13060		10-30	0	410	384	6	200	14	8,1	0,00	4,7	4,1	0,03	0,02	0,06	0,14	0,25	4,33	5,8	0,05	0,03	0,04	0,12	0,24	3,55	6,7		
13061		30-46	0	389	383	7	221	11	6,3	0,00	4,7	4,2	0,02	0,01	0,03	0,02	0,08	4,05	2,0	0,04	0,01	0,01	0,02	0,08	3,24	2,5		
13062		46-70	10	376	407	6	211	10	5,8	0,00	4,9	4,3	0,01	0,01	0,03	0,03	0,08	3,67	2,2	0,03	0,01	0,02	0,02	0,08	3,40	2,5		
13063		70-98	10	338	372	10	280	-	-	-	5,0	4,4	0,01	0,01	0,03	0,02	0,07	3,30	2,1	0,01	0,02	0,04	0,02	0,09	2,70	3,3		
13064		98-142	10	314	402	19	265	-	-	-	5,2	4,7	0,04	0,01	0,03	0,03	0,11	2,96	3,7	0,01	0,03	0,04	0,04	0,12	2,67	4,4		
145/61 (B 63) Tipoferrálicos Amarelos Modais, de rochas não especificadas.																												
10376		0-12	10	426	414	8	152	19	11,0	0,60	5,3	4,2	0,09	0,23	0,10	0,06	0,48	6,07	7,9	0,10	0,23	0,09	0,11	0,52	5,71	9,2		
10378		28-63	0	320	539	5	136	4	2,3	0,52	5,7	4,3	0,06	0,04	0,11	0,09	0,30	2,03	14,8	0,03	0,05	0,04	0,11	0,23	1,86	12,2		
10379		63-105	0	343	480	10	167	3	1,7	0,67	5,0	4,7	0,07	0,04	0,11	0,10	0,32	1,69	18,9	0,12	0,08	0,07	0,20	0,47	1,71	27,5		
10380		115-160	0	276	513	6	205	-	-	0,79	5,4	4,8	0,07	0,05	0,03	0,12	0,27	1,56	17,3	0,07	0,07	0,01	0,13	0,27	1,77	15,3		
196/56 (Hb 26) Ferrálicos Típicos Amarelos ou Alaranjados, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																												
3125		0-6	9	408	427	0	143	37	21,4	0,48	5,7	4,4	1,09	0,56	0,13	0,04	1,82	9,61	18,9	1,02	0,37	0,05	0,03	1,47	7,20	20,4		
3126		6-16	40	450	405	0	136	15	8,7	0,53	5,4	4,4	0,03	0,02	0,06	0,13	0,24	5,92	11,5	0,01	0,02	0,02	0,02	0,07	4,21	1,7		
3127		16-28	77	373	480	0	141	11	6,4	0,44	5,3	4,6	0,22	0,11	0,06	0,19	0,58	5,14	11,3	0,01	0,02	0,01	0,06	0,09	3,37	2,7		
3128		28-60	61	483	366	13	135	7	4,1	0,53	5,3	4,6	0,36	0,17	0,02	0,00	0,55	3,50	15,7	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	2,36	1,9		
3129		60-82	4	349	483	22	150	4	2,3	0,63	5,3	4,6	0,28	0,00	0,01	0,05	0,34	2,20	15,5	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	1,65	3,5		
3130		82-125	72	317	485	5	180	3	1,7	0,72	5,3	5,3	0,34	0,14	0,02	0,00	0,50	1,51	33,1	0,01	0,01	0,01	0,06	0,09	1,49	5,7		
3131		125-165	17	308	473	15	202	3	1,7	0,70	5,5	5,3	0,01	0,01	0,05	0,08	0,15	1,12	9,9	0,01	0,01	0,01	0,06	0,09	1,61	5,8		
249/57 (Bg 99) Tipoferrálicos Normais Amarelos ou Alaranjados, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
5446		0-18	0	41	467	116	354	30	17,4	0,95	4,5	4,4	1,03	0,50	0,26	0,13	1,92	8,76	21,9	1,32	0,54	0,21	0,16	2,22	7,64	29,1		
5447		37-67	0	32	491	93	394	5	2,9	1,15	5,1	5,4	0,22	0,25	0,06	0,07	0,60	3,61	16,6	0,18	0,41	0,01	0,10	0,70	3,42	20,6		
5448		67-97	0	28	507	106	381	3	1,7	1,17	5,8	6,2	0,22	0,39	0,07	0,13	0,81	2,97	27,3	0,16	0,63	0,01	0,14	0,95	3,27	29,0		
151/70 (KN) Solos Paraferálíticos Amarelos, de rocha sedimentar consolidada, não calcária arenacea.																												
21711	Ah1	0-25	0	324	374	38	264	21	12,7	-	5,2	4,3	0,37	0,20	0,13	0,03	0,73	6,98	10,5	0,38	0,28	0,17	0,04	0,87	6,42	13,6		
21712	Ah2	25-55	0	275	427	18	280	15	9,2	-	5,1	4,3	0,03	0,10	0,06	0,03	0,22	5,39	4,1	0,30	0,16	0,11	0,03	0,60	3,48	17,2		
21713	AB	55-77	0	235	455	36	274	12	7,2	-	5,2	4,5	0,01	0,09	0,05	0,02	0,17	3,69	4,6	0,00	0,16	0,10	0,02	0,28	3,61	7,8		
21714	B	100-140	0	245	445	11	299	8	5,0	-	5,8	5,5	0,02	0,09	0,07	0,04	0,22	2,53	8,7	0,01	0,21	0,13	0,03	0,38	1,36	27,9		

Solos Fracamente ferrálicos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	-----g kg ⁻¹ -----								-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----						%	
27C/63 (Mj 100) Fracamente Ferrálicos Amarelos clino argílicos melânicos, de rochas sedimentares consolidadas não calcárias.																											
12612		0-20	0	317	522	36	125	18	10,4	7,59	6,2	5,4	3,14	1,44	0,24	0,06	4,88	7,55	64,6	3,30	1,29	0,23	0,04	4,86	6,77	71,6	
12613		20-40	0	313	494	38	150	12	6,9	8,07	6,0	4,8	1,76	0,82	0,09	0,03	2,70	5,75	47,0	1,68	0,74	0,08	0,03	2,53	5,15	49,1	
12614		40-60	0	292	437	53	218	9	5,2	9,52	5,5	4,2	0,99	0,52	0,03	0,04	1,58	5,14	30,7	0,96	0,51	0,05	0,05	1,57	5,15	30,8	
12615		60-86	0	319	350	45	286	7	4,0	11,45	5,1	4,4	1,09	0,51	0,03	0,10	1,73	5,42	31,9	1,09	0,53	0,04	0,07	1,73	5,08	34,3	
12616		90-120	0	308	336	50	306	-	-	10,90	5,1	4,4	1,09	0,49	0,03	0,23	1,84	4,61	39,9	1,05	0,52	0,01	0,15	1,73	4,68	36,9	
24C/63 (Mj 103) Fracamente Ferrálicos Vermelhos Modais, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
12604		0-12	0	195	377	51	377	40	23,2	-	6,1	5,1	4,29	2,24	0,16	0,02	6,71	10,84	61,9	5,49	2,35	0,18	0,01	8,03	12,68	63,3	
12605		12-24	0	168	357	45	432	22	12,7	-	5,6	4,6	1,63	0,84	0,08	0,02	2,57	6,03	42,6	1,88	0,78	0,09	0,03	2,78	8,49	32,7	
12606		24-45	0	164	344	43	449	13	7,5	-	5,4	4,4	0,85	0,39	0,03	0,01	1,28	4,68	27,4	0,95	0,40	0,05	0,01	1,41	6,74	21,0	
12607		45-70	0	141	322	46	491	10	5,8	-	5,3	4,3	0,52	0,21	0,02	0,02	0,77	4,95	15,6	0,59	0,24	0,04	0,02	0,89	6,22	14,3	
12608		70-105	0	130	319	37	514	0	-	-	5,2	4,4	0,13	0,13	0,02	0,03	0,31	4,65	6,7	0,32	0,14	0,02	0,01	0,49	5,42	9,0	
213/63 (Mj 113) Fracamente Ferrálicos Vermelhos clino argílicos, de rochas quartzíferas.																											
13919		0-10	0	412	357	31	199	15	8,7	7,17	6,2	5,1	2,16	1,00	0,16	0,02	3,34	6,44	51,9	2,15	0,99	0,17	0,01	3,32	5,86	56,6	
13920		10-23	0	481	289	29	200	16	9,2	6,76	6,0	5,0	2,15	0,80	0,07	0,03	3,05	6,09	50,1	2,47	0,8	0,06	0,01	3,34	6,24	53,4	
13921		23-44	0	361	332	31	277	8	4,6	7,79	5,4	4,2	0,71	0,30	0,05	0,02	1,08	4,88	22,1	0,74	0,37	0,06	0,02	1,19	4,71	25,3	
13922		44-73	10	331	281	25	362	7	4,0	10,14	5,2	4,1	0,48	0,07	0,03	0,03	0,61	5,40	11,3	0,54	0,11	0,03	0,03	0,71	5,37	13,2	
13923		73-118	10	295	268	32	405	-	-	11,31	5,4	4,2	0,77	0,10	0,02	0,03	0,92	4,50	20,4	0,79	0,14	0,01	0,02	0,96	5,05	18,9	
21C/63 (Mj 92) Fracamente Ferrálicos Pardacentos clino argílicos melânicos, de rochas sedimentares não especificadas.																											
12596		0-16	0	338	477	31	154	14	8,1	3,59	4,9	3,8	0,53	0,24	0,13	0,02	0,92	9,28	9,9	0,55	0,24	0,1	0,08	0,97	8,07	12,0	
12597		16-40	0	294	530	42	134	12	6,9	3,59	4,8	4,0	0,03	0,20	0,04	0,02	0,29	5,75	1,9	0,03	0,02	0,02	0,07	0,14	4,63	3,1	
12598		40-65	0	272	535	25	168	7	4,0	3,86	5,3	4,1	0,05	0,01	0,03	0,02	0,11	4,68	2,4	0,02	0,01	0,06	0,03	0,12	4,15	2,8	
12599		65-93	0	304	466	34	196	0	-	4,28	4,9	4,0	0,02	0,01	0,02	0,03	0,08	4,45	1,8	0,01	0,02	0,01	0,04	0,07	4,49	1,6	
12600		120-155	0	252	465	49	234	0	-	5,17	5,0	4,0	0,02	0,01	0,08	0,02	0,13	3,99	3,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	3,95	1,0	

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			-----g kg ⁻¹ -----								-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	
149/63 (Mj 107) Fracamente Ferrálicos Vermelhos Melânicos, de rochas sedimentares consolidadas, não calcárias.																											
13812		0-12	0	182	521	45	252	20	11,60	-	5,4	3,7	0,76	0,44	0,15	0,05	1,40	8,09	17,3	0,78	0,45	0,19	0,04	1,46	7,56	19,4	
13813		12-30	0	156	493	53	298	14	8,12	-	5,0	3,7	0,19	0,02	0,04	0,04	0,29	7,70	3,8	0,20	0,03	0,05	0,03	0,31	7,62	4,0	
13814		30-54	0	174	486	55	285	11	6,38	-	4,9	3,7	0,10	0,02	0,04	0,03	0,19	7,02	2,7	0,09	0,02	0,04	0,02	0,17	7,50	2,3	
13815		54-77	0	147	491	41	321	8	4,64	-	5,0	3,7	0,06	0,02	0,02	0,03	0,13	5,93	2,2	0,06	0,02	0,06	0,02	0,16	4,43	3,7	
13816		77-115	0	142	485	66	307	-	-	-	-	-	0,05	0,02	0,02	0,04	0,13	4,90	2,7	0,04	0,04	0,01	0,05	0,14	5,36	2,5	
210c/65 (LM 49) Fracamente Ferrálicos Amarelos Modais, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
16341	Ah1	0-10	0	447	418	4	131	11	6,9	1,19	5,1	4,3	0,55	0,27	0,12	0,03	0,97	4,15	23,4	1,33	0,01	0,04	0,07	1,45	4,10	35,4	
16342	Ah2	10-30	0	391	396	8	205	9	5,7	2,22	4,8	4,1	0,28	0,04	0,03	0,09	0,44	3,76	11,7	0,22	0,04	0,07	0,12	0,46	2,27	20,3	
16343	B1	30-50	0	384	382	11	223	6	3,9	5,41	4,4	4,1	0,20	0,02	0,03	0,07	0,32	3,77	8,5	0,14	0,02	0,06	0,11	0,33	2,78	11,9	
16344	B2	50-90	0	297	408	17	278	5	3,2	5,15	4,2	4,1	0,23	0,07	0,08	0,16	0,54	3,82	14,1	0,16	0,07	0,11	0,22	0,56	2,54	22,1	
16345	B3	90-140	10	310	379	19	292	-	-	6,08	4,7	4,1	0,12	0,01	0,02	0,07	0,22	3,57	6,2	0,08	0,01	0,04	0,13	0,26	2,57	10,1	
400/55 (H 54) Solos Fracamente Ferrálicos Pardacentos, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																											
1999	Ah1	0-6	9	347	512	67	71	15	8,9	0,33	5,8	4,4	0,28	0,28	0,21	0,03	0,80	2,58	31,0	0,33	0,32	0,24	0,04	0,93	2,00	46,5	
2000	Ah2	6-17	9	422	407	65	105	7	4,1	0,28	5,4	4,3	0,25	0,40	0,22	0,04	0,91	2,55	35,7	0,29	0,33	0,25	0,03	0,90	2,21	40,7	
2001	B1	17-40	33	388	354	66	193	6	3,6	0,13	5,1	4,3	0,54	0,26	0,17	0,05	1,02	2,74	37,2	0,59	0,32	0,20	0,07	1,18	2,55	46,3	
2002	B2	50-80	38	332	305	55	308	3	1,8	0,57	4,6	4,3	0,36	0,36	0,19	0,11	1,02	2,99	34,1	0,41	0,67	0,21	0,10	1,39	2,92	47,6	
2003	C	90-120	67	290	388	53	269	2	1,5	0,40	4,9	4,1	0,56	0,24	0,20	0,04	1,04	2,62	39,7	0,57	0,27	0,22	0,06	1,12	2,77	40,4	
43/59 (Cb 38) Solos Fracamente Ferrálicos Pardacentos, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
7144	Ah1	0-3	0	56	699	46	199	52	30,3	-	5,6	3,7	3,78	2,01	0,39	0,13	6,31	8,21	76,9	5,19	2,21	0,39	0,17	7,96	11,75	67,7	
7145	Ah2	3-10	0	84	680	44	192	18	10,9	-	5,0	3,6	0,97	0,62	0,18	0,20	1,97	6,69	29,5	1,12	0,69	0,22	0,25	2,28	5,34	42,7	
7146	B1	10-18	0	67	585	55	294	16	9,4	-	7,0	6,2	0,31	0,30	0,05	0,15	0,81	3,30	24,6	0,48	0,39	0,11	0,24	1,22	6,26	19,5	
7147	BC	18-45	0	67	509	51	373	11	6,5	-	6,3	5,0	0,22	0,30	0,05	0,08	0,65	5,32	12,2	0,25	0,33	0,11	0,13	0,82	5,88	14,0	
7148	C1	55-95	0	69	428	55	448	8	5,1	-	5,7	4,8	0,19	0,17	0,10	0,16	0,62	4,09	15,2	0,2	0,2	0,07	0,22	0,69	5,79	11,9	

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			-----g kg ⁻¹ -----										-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%
63/61 (CS 105) Solos Fracamente Ferrálicos Pardacentos Clino-Argílicos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
10152	Ah1	0-13	0	248	568	41	143	18	10,5	0,58	6,3	4,9	3,09	1,04	0,25	0,08	4,46	6,89	64,7	2,62	0,92	0,21	0,05	3,79	5,25	72,2		
10153	Ah2	13-25	0	266	529	36	169	9	5,3	1,09	5,9	4,1	0,89	0,60	0,21	0,11	1,81	4,35	41,6	0,60	0,49	0,16	0,08	1,33	3,29	40,4		
10154	B1	25-41	0	240	506	38	217	6	3,5	1,64	5,9	4,0	0,79	0,64	0,19	0,10	1,72	4,24	40,6	0,54	0,59	0,17	0,07	1,37	3,22	42,6		
10155	B2	41-70	0	215	472	24	289	3	2,0	1,73	5,5	3,8	0,25	0,35	0,15	0,10	0,85	3,81	22,3	0,77	0,32	0,14	0,12	1,35	3,16	42,7		
10156	B3	70-103	0	193	438	28	341	-	-	2,3	5,5	3,7	0,20	0,41	0,22	0,12	0,95	4,01	23,7	0,32	0,08	0,21	0,11	0,71	3,93	18,1		
21/64 (LM 36) Solos Fracamente Ferrálicos Pardacentos Modais, de rochas eruptivas.																												
14821	Ah1	0-15	0	423	267	31	279	16	9,8	1,34	5,5	5,2	2,10	0,28	0,09	0,15	2,62	4,18	62,7	2,50	0,26	0,03	0,08	2,87	4,37	65,7		
14822	Ah2	15-31	10	362	259	22	357	9	5,5	1,79	4,8	4,5	0,45	0,18	0,02	0,01	0,66	3,62	18,2	0,38	0,05	0,03	0,02	0,42	3,41	12,3		
14823	AB	31-57	10	328	268	51	353	6	3,8	5,40	5,1	4,4	0,24	0,13	0,01	0,02	0,40	3,30	12,1	0,05	0,02	0,03	0,03	0,07	3,25	2,2		
14824	B1	57-90	30	287	236	50	427	4	2,5	5,79	5,2	4,4	0,23	0,08	0,00	0,01	0,32	3,72	8,6	0,02	0,02	0,00	0,02	0,05	3,46	1,5		
14825	B2	90-137	40	212	217	35	536	-	-	7,07	5,1	4,3	0,22	0,03	0,01	0,03	0,29	4,08	7,1	0,04	0,02	0	0,04	0,1	4,35	2,3		
151c/60 (C 92) Solos Ferráliticos Vermelhos, de rochas eruptivas ou cristalinas quartzíferas.																												
9121	Ah1	0-8	0	183	216	44	555	26	15,4	2,87	5,6	5,3	0,91	1,75	0,33	0,18	3,17	6,42	49,4	1,46	1,94	0,29	0,07	3,76	6,73	55,9		
9122	Ah2	8-35	0	168	192	44	595	14	8,3	3,05	4,9	4,9	0,44	0,63	0,21	0,09	1,37	5,27	26,0	0,65	0,60	0,16	0,08	1,51	4,92	30,7		
9123	B1	35-68	0	162	184	94	559	5	3,2	42,36	5,2	5,2	0,32	0,80	0,23	0,04	1,39	4,29	32,4	0,31	0,68	0,18	0,06	1,24	3,93	31,6		
9124	B2	68-107	0	141	195	98	565	4	2,5	43,68	5,5	5,4	0,31	0,75	0,33	0,17	1,56	3,78	41,3	0,10	0,68	0,27	0,08	1,13	3,70	30,5		
9125	B3	107-140	0	168	182	95	554	-	-	22,77	5,4	5,3	0,21	0,81	0,21	0,20	1,42	3,44	30,4	0,12	0,90	0,13	0,08	1,22	3,79	32,2		
9126	B4	140-180	0	143	179	83	577	-	-	20,92	5,4	5,5	0,16	0,90	0,17	0,16	1,39	3,74	30,6	0,12	0,98	0,10	0,08	1,27	3,80	33,4		
201/63 (Mj 103) Solos Ferráliticos Vermelhos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
13898	Ah	0-12	0	80	214	113	594	-	-	57,08	5,4	4,6	2,84	1,45	0,16	0,03	4,48	12,20	36,7	2,88	1,51	0,14	0,03	4,56	12,20	37,4		
13899	AB	12-30	0	72	177	68	684	-	-	62,72	4,9	4,3	0,46	0,09	0,10	0,02	0,67	7,35	9,1	0,04	0,10	0,13	0,04	0,31	9,30	3,3		
13900	B1	30-70	0	69	160	132	638	-	-	66,88	4,7	4,3	0,15	0,03	0,05	0,03	0,26	9,44	2,8	0,08	0,02	0,01	0,03	0,14	6,39	2,2		
13901	B2	70-100	0	70	154	112	665	-	-	65,92	5,2	4,6	0,40	0,07	0,91	0,06	1,44	7,70	18,7	0,29	0,06	0,68	0,04	1,08	5,83	18,5		

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	-----g kg ⁻¹ -----							-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	
95c/65 (LM 60) Solos Ferráliticos Vermelhos, de rochas eruptivas.																											
16028	Ah1	0-8	0	271	364	16	349	15	8,8	3,38	5,2	4,5	0,60	0,10	0,08	0,02	0,80	5,01	16,0	0,50	0,08	0,13	0,03	0,74	3,57	20,7	
16029	Ah2	8-38	0	265	385	5	345	12	7,1	3,70	5,3	4,5	0,09	0,02	0,03	0,02	0,16	4,79	3,3	0,07	0,02	0,07	0,04	0,21	3,98	5,3	
16030	B1	38-84	0	228	321	29	922	7	4,2	16,36	5,5	4,6	0,07	0,02	0,01	0,03	0,13	4,66	2,8	0,05	0,01	0,04	0,07	0,16	3,73	4,3	
16031	B2	840125	0	238	277	0	485	4	2,7	13,76	5,3	4,4	0,50	0,07	0,04	0,03	0,64	4,76	13,5	0,42	0,06	0,08	0,08	0,64	4,01	16,0	
189/55 (H 80) Solos Ferrálicos Vermelhos, de doloritos e basaltos.																											
1847	Ah	0-7	8	385	436	55	122	18	10,7	8,27	5,9	4,8	1,28	0,50	0,15	0,03	1,96	3,87	50,7	1,74	0,56	0,17	0,03	2,50	4,04	61,9	
1848	BA	7-28	1	-	-	-	-	6	3,7	7,29	5,6	4,7	0,22	0,20	0,08	0,02	0,52	1,56	33,3	0,35	0,26	0,10	0,03	0,74	1,91	38,7	
1849	B1	28-50	0	326	298	84	296	3	1,9	15,14	5,4	4,6	0,13	0,43	0,24	0,04	0,84	2,32	36,2	0,15	0,43	0,28	0,06	0,92	2,74	33,6	
1850	B2	50-80	0	177	302	58	456	2	1,7	24,90	5,5	4,5	0,23	0,51	0,24	0,04	1,02	3,20	31,9	0,27	0,54	0,28	0,05	1,14	3,66	31,1	
1851	B3	90-118	0	151	326	56	465	1	0,8	24,46	5,5	4,8	0,18	0,59	0,11	0,02	0,9	2,53	35,6	0,24	0,76	0,21	0,06	1,27	3,79	33,5	
1852	B4	125-155	0	172	345	68	413	0	0,5	22,30	5,5	5,0	0,16	0,73	0,12	0,02	1,03	2,43	42,4	0,18	0,77	0,13	0,05	1,13	2,87	39,4	
336/55 (H 73) Solos Ferrálicos Laranja, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																											
1935	Ah1	0-6	0	454	242	112	176	22	13,0	2,99	6,2	5,6	2,65	1,15	0,28	0,03	4,11	5,57	73,8	3,64	1,47	0,39	0,02	5,52	6,87	80,4	
1936	Ah2	6-17	0	429	214	126	225	18	10,5	2,88	5,9	5,1	1,99	1,14	0,11	0,04	3,28	5,86	56,0	2,31	1,31	0,21	0,04	3,87	6,82	56,7	
1937	B1	17-43	0	386	190	111	312	14	8,5	16,89	5,2	4,6	0,88	0,86	0,07	0,07	1,88	4,68	40,2	1,01	0,97	0,14	0,05	2,17	5,83	37,2	
1938	B2	55-90	0	345	194	86	370	8	5,2	14,55	5,6	4,4	0,31	1,08	0,06	0,07	1,52	3,84	39,6	0,35	0,62	0,10	0,08	1,15	4,90	23,5	
1939	C	100-135	0	371	178	77	371	4	2,7	13,84	5,5	4,7	0,77	0,69	0,07	0,07	1,60	3,61	44,3	0,88	0,92	0,11	0,07	1,98	5,43	36,5	
154/55 (H 66) Solos Ferrálicos Alaranjados, de rochas eruptivas.																											
2227	Ah	0-8	0	481	331	68	118	13	7,9	-	5,9	4,4	0,67	0,44	0,22	0,04	1,37	3,08	44,5	0,87	0,43	0,26	0,09	1,65	2,58	64,0	
2228	B1	8-25	0	499	322	54	193	11	6,8	-	6,4	4,3	0,29	0,32	0,24	0,04	0,89	2,64	33,7	0,35	0,32	0,27	0,1	1,04	2,66	39,1	
2229	B2	30-60	0	264	254	80	401	6	3,9	-	5,5	3,2	0,22	0,35	0,28	0,05	0,09	3,42	26,3	0,23	0,36	0,35	0,12	1,06	3,51	30,2	
2230	RC	70-100	0	334	264	87	313	3	1,8	-	5,4	4,0	0,33	0,63	0,27	0,05	1,28	3,64	35,2	0,36	0,72	0,35	0,11	1,54	4,06	37,9	
2231	C	120-150	0	312	230	65	391	3	2,0	-	5,4	4,0	0,25	0,39	0,32	0,08	1,04	3,23	32,2	0,25	0,4	0,38	0,13	1,16	3,54	32,8	

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			g kg ⁻¹									cmolc kg ⁻¹						%	cmolc kg ⁻¹						%		
136/56 (Hb 14) Solos Ferrálicos Alaranjados, de rochas eruptivas ou cristalias quartzíferas.																											
2961	Ah	0-12	0	252	405	58	255	32	18,8	2,16	4,9	4,1	0,08	0,09	0,02	0,03	0,22	6,13	3,6	0,13	0,12	0,16	0,08	0,49	6,2	7,9	
2962	AB	12-37	0	203	447	68	280	16	9,5	2,84	5,0	4,2	0,02	0,02	0,02	0,03	0,09	3,61	2,5	0,02	0,03	0,04	0,09	0,18	3,56	5,1	
2963	B1	37-73	0	158	412	70	350	8	4,7	15,06	5,4	4,4	0,02	0,01	0,03	0,05	0,11	3,01	3,7	0,03	0,01	0,02	0,12	0,18	2,71	6,6	
2964	B2	80-105	0	115	414	84	387	6	3,7	14,46	5,7	4,5	0,01	0,00	0,04	0,07	0,12	2,79	4,3	0,02	0,01	0,01	0,12	0,16	2,41	6,6	
31/59 (Cb 40) Solos Ferrálicos Alaranjados, de rochas cristalofilicas.																											
7159	Ah	0-5	0	161	548	55	234	28	16,3	-	5,0	3,6	1,05	0,68	0,05	0,36	2,14	6,46	33,1	1,31	0,68	0,25	0,36	2,6	6,33	41,1	
7160	B1	5-38	0	141	500	67	290	9	5,4	-	5,0	3,6	0,22	0,10	0,17	0,28	0,77	5,06	15,2	0,24	0,11	0,16	0,33	0,84	5,16	16,3	
7161	B2	38-70	0	139	430	78	351	10	5,9	-	5,4	3,6	0,26	0,08	0,05	0,34	0,73	5,19	14,1	0,27	0,1	0,16	0,37	0,90	5,77	15,6	
7163	C	130-170	0	206	449	100	243	6	3,6	-	5,8	3,9	0,17	0,04	0,17	0,28	0,66	3,26	20,3	0,19	0,06	0,09	0,36	0,7	3,96	17,7	
143c/60 (C 72) Solos Ferrálicos Alaranjados, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
9055	Ah	0-9	0	217	501	29	251	43	25,1	-	6,3	5,4	7,00	1,60	0,24	0,10	8,94	12,90	69,3	6,54	1,68	0,32	0,08	8,62	11,81	73,0	
9056	AB	9-20	0	189	443	13	353	20	11,8	-	4,3	4,9	3,30	0,63	0,10	0,08	4,11	5,34	77,0	3,04	0,67	0,11	0,04	3,86	6,37	60,6	
9057	B1	20-39	0	163	395	19	421	14	8,3	-	4,5	5,0	2,09	0,34	0,04	0,06	2,53	3,85	65,7	2,32	0,43	0,08	0,05	2,88	4,01	71,8	
9058	B2	39-81	0	119	453	15	412	11	6,7	-	5,7	5,1	1,70	0,20	0,05	0,11	2,06	3,87	53,2	1,77	0,27	0,07	0,09	2,20	3,34	65,9	
9059	B3	81-120	0	168	433	22	375	6	4,0	-	6,3	5,8	1,31	0,13	0,04	0,08	1,56	2,75	56,7	1,43	0,20	0,05	0,06	1,74	2,39	72,8	
9060	C	120-160	0	167	436	24	372	7	4,4	-	6,4	5,7	1,23	0,14	0,05	0,06	1,48	2,31	64,1	1,28	0,19	0,10	0,04	1,61	2,30	70,0	
69/58 (Bg 93) Solos Ferráliticos Alaranjados, de rochas cristalinas.																											
5734	AB	11-24	0	722	104	23	152	7	4,3	0,89	6,2	5,1	0,22	0,36	0,17	0,19	0,94	3,39	44,8	0,21	0,39	0,18	0,01	0,80	1,27	63,0	
5735	B1	36-57	0	516	77	74	354	5	3,4	1,18	6,1	5,0	0,08	0,26	0,29	0,11	0,74	4,20	39,3	0,14	0,49	0,40	0,02	1,05	2,41	43,6	
5736	B2	57-85	0	354	77	54	517	4	2,6	3,99	5,4	5,4	0,05	0,04	0,09	0,14	0,32	4,35	20,9	0,10	0,10	0,12	0,08	0,40	2,78	14,4	
5737	B3	90-120	0	336	80	59	544	-	-	4,61	5,3	4,7	0,11	0,05	0,06	0,15	0,37	4,31	19,7	0,14	0,08	0,11	0,06	0,38	2,90	13,1	
5738	B4	130-160	10	349	95	58	516	-	-	5,58	5,4	5,0	0,16	0,06	0,08	0,16	0,46	3,91	18,7	0,17	0,08	0,06	0,04	0,35	3,05	11,5	

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			cm	-----g kg ⁻¹ -----							-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%		
230c/60 (C 71) Solos Ferrálicos Alaranjados, de rochas eruptivas ou cristalinas quartzíferas.																												
9333	Ah1	0-5	0	564	172	236	236	18	10,9	1,96	4,5	4,4	0,25	0,29	0,09	0,17	0,80	7,69	22,8	0,31	0,31	0,04	0,06	0,72	3,05	23,6		
9334	Ah2	5-14	0	500	156	277	277	15	9,1	2,00	4,4	4,1	0,07	0,25	0,07	0,21	0,60	6,97	21,4	0,04	0,24	0,01	0,11	0,39	3,28	11,9		
9335	Ah3	14-34	0	483	173	291	291	12	7,1	8,55	4,5	4,2	0,10	0,31	0,08	0,19	0,68	6,83	23,0	0,07	0,30	0,05	0,08	0,50	4,16	12,0		
9336	Ah4	34-60	0	394	188	361	361	10	6,1	12,21	4,6	4,3	0,09	0,25	0,06	0,21	0,61	5,80	26,2	0,08	0,26	0,01	0,12	0,46	3,53	13,0		
9337	B1	60-85	0	335	237	386	386	8	5,1	10,25	4,7	4,3	0,05	0,20	0,06	0,21	0,52	4,98	16,1	0,04	0,21	0,01	0,11	0,37	3,40	10,9		
9338	B2	90-130	0	349	227	397	397	-	-	13,67	4,8	4,4	0,10	0,29	0,09	0,21	0,69	3,25	17,0	0,08	0,38	0,00	0,11	0,57	3,71	15,4		
375/55 (H 66) Solos Ferrálicos Amarelos, de rochas eruptivas.																												
2349	Ah1	0-10	0	545	347	23	86	10	6,0	0,62	5,7	4,7	0,49	0,30	0,17	0,14	1,10	2,22	49,6	0,68	0,44	0,18	0,19	1,49	2,62	56,9		
2350	B1	10-23	0	549	277	87	90	5	2,9	1,03	5,2	4,4	0,05	0,15	0,15	0,02	0,37	1,61	23,0	0,06	0,19	0,18	0,07	0,50	2,22	22,5		
2351	B2	23-35	0	513	240	83	156	4	2,8	1,98	5,1	4,3	0,05	0,14	0,16	0,01	0,36	2,26	15,9	0,07	0,16	0,17	0,06	0,46	2,09	22,0		
2353	B4	65-95	0	386	217	78	314	2	1,4	3,28	4,8	4,1	0,07	0,06	0,15	0,05	0,33	3,23	10,2	0,08	0,08	0,21	0,05	0,42	3,23	13,0		
18/59 (Cb 40) Solos Ferrálicos Amarelos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
7177	Ah	0-6	0	487	335	25	152	39	23,1	-	4,3	3,7	0,37	0,27	0,13	0,06	0,83	9,03	9,2	0,53	0,32	0,15	0,13	1,13	6,93	16,3		
7178	AB	6-26	0	442	356	30	171	21	12,3	-	4,4	3,8	0,07	0,08	0,05	0,08	0,28	3,59	7,8	0,09	0,10	0,09	0,12	0,40	4,66	8,6		
7179	B1	26-58	0	388	331	35	245	7	4,2	-	4,8	4,5	0,05	0,04	0,04	0,07	0,20	3,78	5,3	0,04	0,05	0,06	0,11	0,26	4,19	6,2		
7180	B2	58-110	0	340	271	35	353	10	6,0	-	4,7	3,7	0,04	0,02	0,04	0,07	0,17	4,74	3,6	0,02	0,03	0,05	0,11	0,21	4,79	4,4		
7181	C	130-170	0	391	194	31	382	8	5,0	-	5,4	3,7	0,27	0,07	0,13	0,22	0,69	4,52	15,3	0,32	0,09	0,15	0,29	0,85	4,29	19,8		
135/62 (B 39) Solos Ferrálicos Amarelos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
11075	Ah	0-10	0	537	312	20	105	15	8,9	1,12	5,6	5,1	1,62	0,57	0,12	0,02	2,33	4,98	46,8	1,17	0,47	0,10	0,02	1,76	3,31	53,2		
11076	AB	10-20	0	360	492	17	126	6	3,7	1,19	4,9	4,5	0,54	0,52	0,14	0,02	1,22	3,30	37,0	0,37	0,42	0,10	0,02	0,91	2,40	38,2		
11077	B1	20-32	0	414	346	10	223	4	2,5	2,48	5,4	4,3	0,53	0,86	0,28	0,06	1,73	4,72	36,7	0,37	0,74	0,23	0,03	1,37	3,65	37,5		
11078	B2	32-65	0	350	345	35	272	4	2,6	4,06	5,0	4,5	0,44	1,14	0,12	0,08	1,78	4,82	36,9	0,28	1,08	0,14	0,06	1,55	3,87	40,0		
11079	C	75-105	0	341	368	38	255	-	-	5,39	5,0	4,3	0,36	1,09	0,12	0,11	1,68	4,45	37,8	0,07	1,10	0,14	0,09	1,40	4,18	33,5		

Solos Fracamente ferrálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			-----g kg ⁻¹ -----										-----cmolc kg ⁻¹ -----									-----cmolc kg ⁻¹ -----						
24/63 (Mj 97) Solos Ferrálicos Amarelos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
13501	Ah	0-10	0	318	425	43	214	18	11,0	1,51	5,5	4,1	1,10	0,44	0,18	0,12	1,83	14,52	27,2	0,88	0,36	0,14	0,04	1,41	5,37	26,3		
13502	Ah2	11-27	0	309	401	15	275	13	7,8	2,08	5,2	4,1	0,29	0,11	0,87	0,14	1,40	4,66	23,0	0,23	0,11	0,79	0,03	1,16	4,65	25,0		
13503	B2	27-51	10	304	392	37	267	10	5,8	9,02	4,5	3,9	0,03	0,01	0,08	0,04	0,16	4,07	3,9	0,14	0,03	0,06	0,03	0,26	3,89	6,7		
13504	BC	51-65	10	-	-	-	-	-	-	10,12	-	-	0,14	0,03	0,05	0,14	0,37	4,22	8,3	0,07	0,02	0,01	0,05	0,16	4,30	3,7		
13505	C	70-100	60	256	375	16	353	-	-	22,27	4,8	4,0	0,03	0,01	0,01	0,03	0,08	4,60	1,7	0,03	0,01	0,00	0,04	0,08	4,42	1,8		
50/64 (LM 52) Solos Ferrálicos Amarelos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
14859	Ah1	0-14	10	489	152	10	349	34	20,1	16,04	5,7	4,1	0,12	0,09	0,14	0,17	0,52	8,39	9,8	0,09	0,09	0,13	0,08	0,39	8,23	4,7		
14860	Ah2	14-27	20	484	137	15	364	19	11,1	16,61	6,7	4,4	0,04	0,02	0,05	0,10	0,21	5,39	5,2	0,00	0,03	0,02	0,02	0,07	5,94	1,2		
14861	Ah3	27-43	40	386	152	12	450	15	9,1	15,17	6,2	4,3	0,03	0,01	0,03	0,11	0,18	5,74	6,1	0,00	0,02	0,00	0,03	0,06	5,17	1,2		
14862	B1	43-67	40	381	136	49	434	11	6,7	18,67	5,5	4,4	0,03	0,01	0,04	0,14	0,22	5,50	5,6	0,03	0,02	0,02	0,06	0,13	4,86	2,7		
14863	B2	67-97	10	365	124	39	472	8	5,2	16,16	5,2	4,3	0,02	0,01	0,05	0,05	0,13	5,41	5,9	0,02	0,02	0,03	0,06	0,13	4,65	2,8		

Solos Psamoferrálicos Franco-Arenoso

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	-----g kg ⁻¹ -----							-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	
61/63 (Mj 129) Psamoferrálicos Amarelos Modais, de sedimentos grosseiros não especificados.																											
13593		0-6	0	122	709	35	134	25	14,5	2,28	5,5	4,6	0,94	0,50	0,13	0,01	1,58	5,51	28,7	1,32	0,59	0,15	0,02	2,08	5,93	35,1	
13594		6-17	0	108	730	24	138	22	12,7	2,21	5,1	4,2	0,31	0,21	0,07	0,02	0,61	5,02	12,2	0,84	0,52	0,01	0,04	1,41	4,65	30,1	
13595		17-32	0	96	733	8	163	7	4,0	2,48	5,5	4,2	0,04	0,03	0,04	0,02	0,13	3,58	3,6	0,04	0,06	0,03	0,01	0,14	3,30	4,4	
13596		32-60	0	112	695	25	168	5	2,9	2,55	5,1	4,1	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	3,03	2,0	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	2,96	1,2	
13597		60-80	0	118	684	19	179	5	2,9	2,62	4,9	4,2	0,03	0,01	0,01	0,02	0,07	2,83	2,5	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	2,58	1,5	
13598		80-100	0	103	701	18	178	-	-	2,69	4,8	4,2	0,02	0,00	0,01	0,02	0,05	2,44	2,0	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	2,30	2,2	
270C/63 (Mj 131) Psamoferrálicos Amarelos Melânicos, de sedimentos grosseiros não consolidados.																											
13094		0-19	0	359	528	17	96	22	12,7	4,90	5,0	4,0	0,18	0,07	0,05	0,03	0,33	6,46	5,1	0,22	0,08	0,04	0,02	0,36	6,27	5,6	
13095		19-57	0	353	527	10	110	11	6,3	5,03	5,1	4,1	0,05	0,01	0,02	0,04	0,12	4,97	2,4	0,04	0,02	0,01	0,02	0,09	3,58	2,4	
13096		57-87	0	341	539	10	110	8	4,6	5,66	4,9	4,1	0,04	0,01	0,01	0,03	0,09	3,62	2,5	0,03	0,01	0,02	0,02	0,08	2,55	2,9	
13097		87-125	0	345	499	13	143	-	-	6,62	5,1	4,1	0,05	0,01	0,02	0,11	0,19	2,98	6,4	0,04	0,02	0,01	0,08	0,15	1,96	7,8	
234c/65 (LM 93) Psamoferrálicos Vermelhos Modais, de sedimentos grosseiros continentais.																											
16285		0-14	0	532	335	7	126	14	8,1	1,20	5,0	4,0	0,22	0,09	0,09	0,02	0,42	3,9	10,8	0,23	0,11	0,09	0,02	0,45	2,75	16,4	
16286		14-42	0	515	317	0	168	9	5,2	1,68	4,8	4,1	0,04	0,02	0,04	0,04	0,14	3,59	3,9	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	2,66	2,2	
16287		42-76	0	472	348	0	180	5	2,9	1,95	5,0	4,2	0,02	0,01	0,02	0,02	0,07	2,39	2,9	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07	1,88	3,7	
16288		76-129	0	437	370	10	183	3	1,7	2,26	5,0	4,3	0,02	0,01	0,02	0,05	0,10	1,87	5,3	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	1,50	4,0	
16289		130-180	0	522	286	12	181	3	1,7	1,88	5,2	4,4	0,02	0,01	0,02	0,05	0,10	1,53	6,5	0,02	0,01	0,01	0,06	0,10	1,50	6,7	

Solos Psamoferrálicos Arenoso-Franco

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			-----g kg ⁻¹ -----									-----cmolc kg ⁻¹ -----							%		-----cmolc kg ⁻¹ -----						
153/60 (C 105) Psamoferrálicos Vermelhos, de sedimentos grosseiros não consolidados.																											
8114		0-12	0	529	394	17	52	11	6,3	5,31	4,6	4,2	0,06	0,02	0,05	0,12	0,25	4,69	29,6	0,07	0,03	0,02	0,04	0,16	2,48	6,4	
8115		12-30	0	526	404	12	47	6	3,4	4,97	5,4	4,3	0,03	0,01	0,05	0,15	0,24	3,44	22,4	0,01	0,01	0,01	0,05	0,08	1,76	4,5	
8116		30-53	0	377	541	18	57	5	2,9	6,21	5,3	4,3	0,02	0,01	0,04	0,07	0,14	3,14	21,7	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	1,73	3,6	
8117		53-76	0	442	472	13	62	3	1,7	6,21	5,3	4,4	0,02	0,01	0,03	0,10	0,16	2,66	22,9	0,01	0,01	0,01	0,06	0,09	1,39	6,2	
8118		80-110	0	545	352	7	83	-	-	7,17	5,4	4,5	0,02	0,01	0,03	0,07	0,13	2,96	32,4	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	1,17	3,4	
45c/63 (LM 88) Psamoferrálicos Vermelhos Modais, de sedimentos grosseiros continentais.																											
14503		0-10	0	119	799	47	35	16	9,3	0,26	4,6	4,4	0,40	0,45	0,12	0,02	0,99	3,92	25,3	0,42	0,43	0,16	0,01	1,02	3,90	26,1	
14504		10-30	0	120	795	25	60	8	4,6	0,38	4,5	4,3	0,03	0,08	0,06	0,02	0,19	1,48	12,8	0,01	0,12	0,08	0,01	0,22	2,72	7,9	
14505		30-65	0	114	796	18	62	4	2,3	0,42	4,5	4,5	0,03	0,04	0,02	0,02	0,11	2,81	3,9	0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	2,22	2,9	
14506		65-100	0	102	799	13	86	3	1,7	0,44	4,7	4,4	0,03	0,04	0,02	0,02	0,11	2,39	4,6	0,01	0,03	0,01	0,01	0,06	1,75	3,4	
14507		120-160	0	89	814	4	93	-	-	0,51	4,4	4,3	0,03	0,04	0,04	0,20	0,31	1,47	15,1	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	1,75	2,9	
130/64 (LM 88) Psamoferrálicos Vermelhos Modais, de sedimentos grosseiros continetais.																											
15001		0-14	10	528	443	0	29	8	4,6	0,38	5,3	4,3	0,26	0,12	0,04	0,03	0,45	1,89	23,8	0,24	0,12	0,01	0,01	0,38	1,47	25,7	
15002		14-29	0	497	454	0	49	3	1,7	0,81	6,4	4,4	0,04	0,06	0,02	0,05	0,17	1,27	13,4	0,02	0,06	0,01	0,01	0,10	0,94	10,7	
15003		29-56	0	484	456	0	60	3	1,7	0,61	5,5	4,5	0,03	0,03	0,01	0,03	0,10	1,04	9,6	0,01	0,02	0,01	0,01	0,05	0,72	7,3	
15004		56-100	0	451	488	8	53	2	1,2	0,56	5,4	4,7	0,02	0,04	0,01	0,03	0,10	0,77	13,0	0,01	0,04	0,01	0,01	0,07	0,47	15,2	
15005		100-140	0	449	487	5	59	-	-	0,61	5,6	4,7	0,03	0,04	0,01	0,02	0,10	0,65	15,4	0,01	0,04	0,01	0,01	0,07	0,66	11,1	
15006		140-185	0	424	511	7	58	-	-	0,58	6,4	4,9	0,03	0,03	0,03	0,09	0,18	0,51	24,4	0,01	0,02	0,01	0,02	0,06	0,62	9,6	
68/65 (LM 98) Psamoferrálicos Vermelhos Melânicos, de sedimentos grosseiros continentais.																											
15687		0-15	0	568	357	0	75	12	6,9	0,85	4,6	4,1	0,32	0,11	0,07	0,01	0,51	3,09	16,5	0,35	0,12	0,04	0,04	0,55	2,32	23,5	
15688		15-38	0	564	353	0	83	7	4,1	1,08	4,5	4,1	0,03	0,02	0,03	0,01	0,09	2,53	3,6	0,03	0,01	0,01	0,04	0,09	1,87	4,8	
15689		38-73	0	526	385	0	89	5	2,9	1,10	4,2	4,2	0,02	0,01	0,02	0,18	0,23	2,17	10,6	0,01	0,01	0,01	0,08	0,11	1,47	7,4	
15690		73-91	0	492	443	7	88	3	1,7	1,17	4,1	4,3	0,03	0,02	0,01	0,50	0,56	2,11	26,5	0,03	0,03	0,01	0,44	0,51	1,06	48,1	
15691		91-135	0	454	436	3	107	-	-	1,28	4,1	4,3	0,05	0,03	0,01	0,40	0,49	1,76	27,8	0,06	0,04	0,01	0,38	0,49	1,28	37,9	
15692		135-180	0	461	409	5	125	-	-	1,56	4,5	4,3	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	1,18	5,1	0,01	0,01	0,03	0,01	0,06	0,94	6,6	

Solos Psamoferrálicos Arenoso-Franco (Continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			-----g kg ⁻¹ -----										-----cmolc kg ⁻¹ -----								%	-----cmolc kg ⁻¹ -----						
242c/64 (LM 80) Psamoferrálicos Amarelos Modais, de sedimentos grosseiros continentais.																												
15392		0-10	10	667	321	0	12	12	6,9	0,15	6,8	4,0	0,30	0,08	0,03	0,02	0,43	2,01	21,4	0,29	0,07	0,01	0,03	0,40	1,42	28,4		
15393		10-32	0	653	331	0	16	3	1,7	0,17	6,1	4,2	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	1,13	2,7	0,02	0,01	0,01	0,02	0,06	0,61	10,3		
15394		32-60	0	510	468	2	20	2	1,2	0,17	6,0	4,5	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,78	2,6	0,04	0,01	0,01	0,01	0,07	0,48	14,6		
15395		60-87	0	542	429	1	28	2	1,2	0,21	5,5	4,3	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,70	4,3	0,01	0,08	0,01	0,01	0,04	0,46	9,7		

Solos Tipoparaferálicos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			cm	-----g kg ⁻¹ -----										-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----						
74/70 (KN) Solos Paraferálicos Amarelos, de rochas sedimentar não consolidada calcaria argilica.																												
21715	Ah1	0-17	0	87	246	239	428	54	31,4	-	5,4	4,3	4,80	2,39	0,44	0,02	7,65	17,09	44,8	5,12	2,63	0,81	0,03	8,59	19,28	44,6		
21716	Ah2	17-46	0	54	161	189	596	19	11,2	-	5,0	3,8	1,25	0,44	0,33	0,03	2,05	11,99	17,1	1,21	0,58	0,70	0,11	2,60	12,76	20,4		
75/70 (KN) Solos Paraferáliticos Alaranjados, de rochas sedimentar não consolidada calcaria argilacia.																												
21603	Ah1	0-18	0	158	217	141	484	36	20,9	-	4,9	3,9	0,70	0,20	0,15	0,02	1,07	9,25	11,6	0,82	0,29	0,37	0,03	1,51	13,68	11,0		
21604	Ah2	18-35	0	158	214	117	511	25	14,7	-	5,0	4,1	0,17	0,04	0,07	0,05	0,33	8,70	3,8	0,19	0,08	0,27	0,15	0,69	14,15	4,9		
21605	Ah3	35-67	0	104	196	130	570	18	10,5	-	4,8	4,1	0,09	0,02	0,03	0,03	0,17	9,42	1,8	0,12	0,05	0,21	0,01	0,39	14,20	2,7		
21606	B	67-105	10	104	165	143	588	11	6,8	-	5,0	4,2	0,02	0,03	0,05	0,04	0,14	8,15	1,7	0,03	0,05	0,25	0,10	0,43	10,23	4,2		
23/70 (KN) Solos Ferrálicos Vermelhos, de rochas cristalinas.																												
21634	Ah1	0-17	0	267	287	63	363	29	17,1	-	6,0	5,0	3,90	1,62	0,16	0,14	5,82	11,19	52,0	4,31	1,95	0,27	0,02	6,55	11,25	58,2		
21635	Ah2	17-37	0	205	238	60	497	15	8,8	-	5,6	4,6	1,32	0,69	0,07	0,15	2,23	7,44	30,0	1,33	0,84	0,16	0,03	2,36	7,89	29,9		
21636	B1	45-80	0	143	186	117	554	8	4,7	-	5,6	4,8	1,05	0,43	0,03	0,13	1,64	6,22	26,4	1,01	0,61	0,11	0,02	1,75	5,44	32,2		
21637	B2	100-135	0	151	173	57	619	4	2,8	-	5,8	5,4	1,38	0,44	0,03	0,11	1,96	5,09	38,5	1,35	0,6	0,11	0,02	2,08	6,16	33,8		
139/70 (KN) Solos Paraferálicos Vermelhos, de rocha sedimentar consolidada não calcaria argilacia.																												
21704	Ah1	0-15	0	98	231	153	518	39	22,6	-	5,8	4,7	2,70	1,44	0,31	0,01	4,46	11,21	39,8	3,60	1,91	0,47	0,01	5,99	18,12	33,1		
21705	Ah2	15-35	0	75	233	115	577	25	14,9	-	5,3	4,3	0,21	0,07	0,06	0,02	0,36	8,87	6,6	0,15	0,10	0,14	0,03	0,42	10,43	4,0		
21706	AB	35-60	0	106	206	87	599	19	11,2	-	5,7	4,5	0,24	0,06	0,24	0,03	0,57	7,26	7,9	0,17	0,11	0,34	0,04	0,66	7,91	8,3		
21707	B1	60-97	0	88	192	81	639	13	7,9	-	5,2	4,4	0,22	0,02	0,02	0,02	0,28	5,85	4,8	0,17	0,05	0,07	0,02	0,31	6,23	5,0		
21708	B2	110-150	0	65	197	97	641	8	5,2	-	5,4	4,6	0,11	0,01	0,01	0,02	0,15	5,30	2,8	0,12	0,03	0,06	0,02	0,23	5,13	4,5		

Solos Eutroparaferálicos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	-----g kg ⁻¹ -----							-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	
399/60 (CS 92) Eutroparaferálicos Vermelhos Modais, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
9847		10-20	0	359	347	31	263	22	12,7	1,47	5,7	4,2	0,17	0,20	0,33	0,04	0,74	5,56	13,3	0,50	0,18	0,25	0,01	0,93	5,54	16,8	
9848		20-35	10	301	415	26	258	14	8,1	1,56	5,6	4,4	0,08	0,08	0,16	0,04	0,36	4,46	8,1	0,06	0,05	0,14	0,03	0,27	3,64	7,3	
9849		35-60	0	258	411	52	279	10	5,8	1,55	5,4	4,8	0,17	0,00	0,13	0,07	0,37	3,66	10,1	0,65	0,29	0,36	0,02	1,31	14,01	9,4	
9850		60-90	0	234	427	47	292	10	5,8	1,73	5,5	5,0	0,02	0,01	0,08	0,03	0,14	3,57	3,9	0,08	0,05	0,12	0,04	0,29	3,14	9,3	
9851		105-145	10	204	436	77	283	-	-	1,82	-	-	0,12	0,03	0,13	0,16	0,44	3,07	14,5	0,15	0,10	0,11	0,03	0,40	3,05	13,1	
65/58 (Bg 69) Eutroparaferálicos Normais Amarelos ou Alaranjados, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
5724		0-7	40	319	275	100	295	30	17,4	0,99	6,1	5,2	1,45	1,19	0,51	0,03	3,18	7,26	43,8	1,66	1,03	0,45	0,01	3,15	6,01	52,4	
5725		7-25	120	294	247	96	361	17	9,8	1,17	5,0	4,4	0,26	0,32	0,20	0,07	0,85	5,93	14,3	0,15	0,11	0,18	0,03	0,47	4,98	9,5	
5726		25-60	-	246	221	117	416	12	6,9	1,28	5,5	4,6	0,72	0,00	0,15	0,04	0,91	4,73	19,2	0,15	0,06	0,15	0,02	0,38	5,33	7,2	
5727		60-95	420	223	215	118	440	7	4,1	1,50	5,6	5,0	0,77	0,00	0,13	0,06	0,96	3,90	24,6	0,31	0,08	0,11	0,02	0,51	4,70	10,9	
5728		110-145	490	223	203	150	422	-	-	1,73	6,0	5,4	0,20	0,06	0,13	0,13	0,52	2,86	15,8	0,22	0,10	0,11	0,03	0,45	3,73	12,0	
127c/64 (LM 30) Eutroparaferálicos Crômicos Modais, de rochas básicas.																											
15307		0-8	30	55	256	176	513	86	49,8	4,07	5,2	4,0	1,01	0,59	0,11	0,03	1,74	10,36	16,8	1,21	0,26	0,14	0,03	1,65	21,80	7,6	
15308		8-28	20	61	228	165	546	52	30,1	3,70	4,8	4,1	0,23	0,32	0,04	0,03	0,62	9,74	6,4	0,26	0,07	0,08	0,01	0,42	17,19	2,5	
15309		28-66	50	73	248	128	551	24	13,9	4,14	5,2	4,3	0,19	0,21	0,01	0,03	0,44	9,42	4,7	0,15	0,03	0,01	0,02	0,21	10,36	2,0	
15310		66-110	130	59	219	137	585	12	6,9	4,14	5,2	4,5	0,19	0,13	0,01	0,04	0,37	6,53	5,7	0,12	0,02	0,01	0,01	0,16	7,67	2,1	
366/62 (CS 99) Eutroparaferálicos Vermelhos Clino-argílicos, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
11578		0-17	10	158	266	152	423	51	29,5	4,45	6,5	5,8	5,02	2,73	0,89	0,04	8,68	12,41	69,9	8,76	3,86	1,09	0,01	13,72	16,73	82,0	
11579		17-35	20	142	234	144	479	37	21,4	4,94	6,5	5,6	5,39	1,91	0,55	0,04	7,89	11,56	68,3	6,95	2,20	0,65	0,02	9,82	14,44	68,0	
11580		45-72	210	104	173	75	647	15	8,7	5,94	6,4	5,6	3,27	1,65	0,17	0,04	5,13	9,42	54,5	2,74	1,94	0,16	0,01	4,85	8,53	56,9	
11581		80-110	250	98	144	86	672	9	5,2	7,51	6,0	5,4	1,67	1,24	0,46	0,05	3,42	8,10	42,2	1,24	1,49	0,40	0,02	3,14	7,55	41,6	
11582		120-150	430	93	165	106	636	-	-	7,54	5,9	5,5	0,71	0,97	0,40	0,13	2,21	4,97	35,1	0,77	1,57	0,51	0,02	2,88	6,84	42,0	

Solos Eutroparaferálicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm					MO	C	Fe	pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A				H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
		cm	-----g kg ⁻¹ -----									-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%
233A/60 (C 52) Eutroparaferálicos Amarelos ou Alaranjados, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																											
8395		0-10	20	317	162	84	389	51	29,5	2,07	5,8	5,1	6,15	2,80	0,46	0,14	9,55	16,34	58,5	7,25	3,19	0,83	0,03	11,30	15,83	71,3	
8396		10-20	100	328	161	88	409	30	17,4	2,68	5,5	4,3	1,38	1,28	0,73	0,15	3,54	9,38	37,7	2,30	1,61	0,69	0,02	4,63	10,91	42,4	
8397		20-35	210	275	128	71	525	18	10,4	2,99	5,2	4,1	1,48	0,87	0,53	0,14	3,02	9,03	33,4	1,31	1,07	0,59	0,04	3,00	9,64	31,1	
8398		35-60	120	217	109	101	570	13	7,5	2,99	4,9	4,0	0,57	0,51	0,24	0,09	1,41	8,59	16,4	0,33	0,64	0,21	0,04	1,21	7,36	16,5	
8399		60-90	230	263	105	95	540	8	4,6	3,13	4,9	4,2	0,61	0,30	0,16	0,09	1,16	6,59	17,6	0,52	0,56	0,32	0,07	1,47	7,32	20,0	
8400		100-135	350	224	120	127	546	-	-	3,28	4,9	4,1	0,30	0,38	0,15	0,15	0,97	5,67	14,0	0,32	0,51	0,19	0,02	1,05	7,11	14,7	

Solos Fersialícos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm								pH		Complexo de troca (Mehlich)								Complexo de troca (Acetato)							
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB		
			-----g kg ⁻¹ -----										-----cmolc kg ⁻¹ -----							%		-----cmolc kg ⁻¹ -----						
248/60 (C 41) Tipofersialítico Laranjas, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																												
8401		0-7	0	593	167	53	161	30	17,4	1,60	6,4	5,5	5,33	3,77	0,50	0,14	9,74	13,08	74,5	4,47	2,92	0,41	0,08	7,88	9,82	80,2		
8402		7-17	0	445	206	42	293	24	13,9	2,37	6,2	5,3	4,15	2,98	0,42	0,23	7,78	12,07	64,5	4,09	2,92	0,40	0,05	7,46	10,64	70,2		
8403		17-32	0	396	144	29	418	17	9,8	2,86	6,2	5,2	2,98	2,61	0,26	0,11	5,96	10,17	58,6	2,97	2,63	0,29	0,10	5,99	10,17	58,9		
8404		32-58	10	370	149	88	386	10	5,8	3,05	6,3	5,5	2,98	2,49	0,25	0,11	5,83	9,32	62,6	2,59	2,58	0,25	0,05	5,46	9,32	58,6		
8405		65-100	20	278	172	89	457	8	4,6	3,96	6,5	5,7	2,95	0,82	0,21	0,10	4,08	9,30	65,4	1,22	0,71	0,28	0,15	2,36	4,64	50,8		
203c/63 (Mj 75) Tipofersialíticos Vermelhos Modais, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
12976		0-10	0	192	322	137	349	31	18,0	4,55	7,0	6,0	12,68	4,04	0,76	0,02	17,50	21,20	82,5	15,29	3,92	0,72	0,05	19,98	21,59	92,5		
12977		10-27	0	187	271	97	445	14	8,1	5,04	6,2	5,0	6,43	2,10	0,32	0,03	8,88	14,08	63,1	6,79	1,83	0,29	0,02	8,93	13,52	66,0		
12978		27-65	10	126	185	82	607	4	2,3	6,19	6,1	5,1	4,43	1,05	0,28	0,04	5,80	13,20	66,7	4,99	1,55	0,29	0,11	6,93	11,07	62,6		
269/57 (Bg 59) Eutrofersialíticos Normais Crómicos, de rochas cristalinas quartzíferas.																												
5301		0-9	220	352	378	49	214	17	9,8	2,20	6,2	5,3	3,30	2,26	0,31	0,06	5,93	7,74	76,6	4,30	2,54	0,34	0,04	7,22	9,48	76,1		
5302		9-27	180	419	223	36	311	13	7,5	2,85	5,4	4,5	3,96	2,21	0,05	0,19	6,41	9,17	69,9	4,58	2,37	0,11	0,10	7,16	11,55	62,0		
5303		27-48	330	441	148	60	324	12	6,9	3,20	5,6	4,6	5,42	2,26	0,07	0,23	7,98	13,16	60,6	6,23	2,34	0,06	0,18	8,81	13,20	66,7		
5304		48-85	460	258	165	41	539	8	4,6	4,74	5,8	4,9	6,78	2,18	0,14	0,35	9,45	14,34	65,9	7,17	2,52	0,15	0,24	10,08	14,37	70,2		
214c/62 (CS 72) Eutrofersialíticos Vermelhos Iso-argílicos, de materiais vulcânicos.																												
12132		0-14	0	187	284	198	331	48	27,8	2,51	6,3	6,1	9,18	3,15	0,64	0,04	13,01	17,21	75,6	15,67	4,03	1,15	0,02	20,87	24,11	86,5		
12133		14-30	0	192	249	174	385	30	17,4	3,83	5,7	5,2	8,25	2,79	0,62	0,09	11,75	21,17	55,5	8,08	2,82	0,71	0,01	11,62	19,85	58,6		
12134		30-65	0	169	252	192	387	16	9,3	4,11	5,9	5,2	4,19	1,48	0,22	0,07	5,96	11,87	50,2	4,9	1,72	0,42	0,11	7,14	15,31	46,6		
12135		75-110	0	191	222	157	430	8	4,6	5,11	5,7	5,3	4,13	1,41	0,18	0,09	5,81	10,23	56,8	4,62	1,62	0,42	0,08	6,74	12,27	54,9		
277/58 (CS 58) Eutrofersialíticos Pardacentos Iso-argílicos, de materiais vulcânicos.																												
7364		0-9	10	220	409	151	220	29	16,8	3,19	6,5	5,5	10,12	4,20	0,61	0,14	15,07	21,34	70,6	13,79	4,85	0,64	0,05	19,34	22,19	87,2		
7365		9-30	30	264	343	175	218	18	10,4	3,49	6,3	5,2	10,91	5,21	0,25	0,32	16,69	27,42	60,9	10,77	5,03	0,25	0,23	16,28	21,58	75,4		
7366		30-58	50	241	358	172	230	10	5,8	3,69	6,5	5,4	9,14	4,97	0,20	0,13	14,44	23,54	61,3	11,60	5,34	0,21	0,08	17,23	20,41	84,4		
7367		58-86	50	213	380	175	233	7	4,1	3,56	6,7	5,7	10,75	5,25	0,26	0,16	16,42	21,29	77,1	12,29	5,42	0,22	0,07	18,00	20,94	86		
7368		86-115	50	217	388	174	222	-	-	3,68	-	-	12,49	4,74	0,18	0,29	17,70	17,80	78,5	15,07	5,29	0,30	0,25	20,91	23,53	88,9		

Solos Fersialícos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	g kg ⁻¹							cmolc kg ⁻¹							%	cmolc kg ⁻¹							%	
6/ 66 (CC 41) Tipofersialícos Cromicos, de rochas basicas.																											
16822		0-11	10	88	304	202	406	28	16,2	7,13	5,8	5,3	7,35	4,47	0,47	0,04	12,33	16,34	75,5	7,42	5,38	0,70	0,03	13,54	18,26	74,1	
16823		11-40	0	46	171	121	662	11	6,4	9,28	6,4	5,3	5,15	4,76	0,24	0,11	10,26	14,59	70,3	6,12	6,21	0,48	0,17	12,97	17,70	73,3	
16824		40-75	20	50	161	100	689	7	4,1	9,61	6,2	5,3	4,63	5,20	0,25	0,07	10,15	14,34	70,8	5,30	7,63	0,51	0,10	13,53	18,38	73,7	
114/57 (Bg 63) Tipofersialícos Clino-argílicos Crómicos, de rochas cristalinas quartzíferas.																											
4986		0-10	0	558	193	67	150	33	19,1	0,99	5,9	5,3	5,95	0,91	0,35	0,12	7,33	11,59	63,2	7,46	1,14	0,26	0,04	8,90	10,21	87,1	
4987		10-25	10	499	230	65	199	11	6,4	1,06	5,9	4,9	2,90	0,53	0,24	0,13	3,80	6,73	56,5	2,35	0,37	0,16	0,04	2,92	5,30	55,0	
4988		30-55	10	437	195	117	243	9	5,2	1,47	5,9	4,9	2,42	0,57	0,17	0,08	3,24	6,19	52,3	2,09	0,63	0,15	0,11	2,98	5,67	52,5	
4989		80-115	20	309	208	114	353	-	-	1,84	5,9	4,9	3,70	0,61	0,38	0,16	4,85	8,19	59,2	3,25	0,54	0,28	0,06	4,13	7,58	54,5	
4990		115-150	100	324	199	110	355	-	-	1,67	6,0	5,0	4,23	0,65	0,23	0,18	5,29	7,71	68,6	3,74	0,52	0,14	0,07	4,47	7,67	58,2	
290c/60 (C 34) Eutrofersialíticos Amarelos ou Alaranjados, de rochas eruptivas ou cristalofílicas quartzíferas.																											
9578		0-11	0	460	245	88	168	35	20,3	1,83	6,4	5,5	8,35	3,99	0,81	0,14	13,29	19,57	67,9	8,04	3,96	0,60	0,13	12,72	16,04	79,3	
9579		11-30	0	462	243	75	219	17	9,8	2,22	6,3	5,2	5,32	2,85	0,42	0,06	8,65	13,77	62,8	5,36	2,83	0,34	0,09	8,61	11,80	73,0	
9580		30-55	0	331	192	87	380	8	4,6	3,27	6,0	5,1	4,53	3,34	0,32	0,24	8,43	11,91	70,8	5,03	3,69	0,26	0,21	9,20	12,80	71,9	
9581		55-100	0	279	192	85	438	6	3,5	3,30	6,3	5,4	5,14	4,37	0,18	0,26	9,95	13,08	76,1	5,3	4,38	0,16	0,20	10,04	13,58	73,9	
9582		110-150	0	301	156	77	454	-	-	4,28	6,5	5,7	5,55	3,72	0,11	0,23	9,62	11,07	77,0	5,37	4,23	0,14	0,18	9,91	14,11	70,2	
197c/63 (Mj 74) Eutrofersialícos Vermelhos Iso-argílicos, de rochas basicas.																											
12936		0-8	80	116	227	180	477	57	33,0	3,66	6,4	5,5	4,98	14,01	0,61	0,03	19,63	24,53	80,0	8,46	15,71	1,06	0,02	25,25	29,86	84,6	
12937		8-33	30	96	160	111	633	32	18,5	4,52	5,7	4,8	4,10	13,83	0,22	0,07	18,22	24,29	75,0	5,36	14,02	0,36	0,05	19,78	27,28	72,5	
12938		33-76/85	40	103	119	179	599	14	8,1	4,32	6,1	5,4	3,90	14,77	0,05	0,11	18,33	22,47	83,8	4,77	15,64	0,10	0,08	20,59	27,19	75,7	
380/62 (CS 55) Eutrofersialícos Pardacentos Modais, de rochas cristalinas quartzíferas																											
11715		0-10	0	488	330	53	129	21	12,2	0,88	6,1	5,3	3,41	2,21	0,33	0,07	6,02	7,99	75,3	3,73	2,21	0,33	0,04	6,31	8,27	76,3	
11716		10-23	0	465	347	47	141	16	9,3	0,84	6,1	4,8	2,77	1,38	0,10	0,07	4,32	7,83	55,2	3,03	1,44	0,04	0,05	4,55	7,43	61,3	
11717		23-35	20	456	298	44	202	12	6,9	1,13	6,0	4,7	2,73	1,56	0,08	0,08	4,45	7,61	58,5	2,63	1,43	0,05	0,04	4,15	6,74	61,7	
11718		35-65	10	363	219	55	363	9	5,2	1,73	6,2	4,5	2,94	1,99	0,06	0,08	5,07	8,00	63,4	3,25	2,23	0,10	0,08	5,66	9,08	62,3	
11719		65-90	60	361	196	33	410	-	-	1,93	6,3	4,6	2,83	1,96	0,05	0,09	4,93	7,69	64,1	3,20	2,39	0,05	0,08	5,72	8,99	63,6	
11720		90-118	20	342	208	60	390	-	-	1,85	6,4	4,7	2,97	2,02	0,05	0,10	5,14	7,61	67,5	3,37	2,39	0,11	0,09	5,96	8,40	71,0	
11721		118-140	110	331	219	54	396	-	-	-	-	-	3,00	1,82	0,09	0,17	5,08	5,37	66,7	3,92	2,63	0,06	0,10	6,71	8,84	75,9	

Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
		cm	-----g kg ⁻¹ -----									-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----							%
80/64 (LM 1) Psamorregossolos Modais, de sedimentos grosseiros continetais.																											
14905		0-13	0	397	537	10	57	18	10,4	0,04	5,9	5,1	2,51	1,00	0,08	0,04	3,63	5,22	69,5	2,41	0,69	0,08	0,03	3,20	4,53	70,7	
14906		13-22	0	357	576	7	59	6	3,5	0,05	6,1	4,9	0,56	0,50	0,07	0,10	1,23	2,37	51,9	0,57	0,29	0,03	0,02	0,91	1,91	47,8	
14907		22-47	0	433	502	2	63	4	2,3	0,04	5,4	4,5	0,25	0,31	0,01	0,09	0,66	1,65	40,0	0,11	0,21	0,04	0,02	0,38	1,53	24,6	
14908		47-85	0	411	495	16	78	3	1,7	0,04	5,0	4,3	0,03	0,13	0,03	0,14	0,33	2,04	35,8	0,03	0,14	0,04	0,03	0,24	1,37	17,3	
14909		85-123	0	316	594	2	88	1	0,6	0,05	5,2	4,3	0,25	0,31	0,03	0,05	0,64	1,35	47,4	0,04	0,12	0,01	0,01	0,18	1,06	16,8	
14910		130-175	0	380	515	15	90	1	0,6	0,05	5,5	4,3	0,13	0,37	0,01	0,03	0,54	1,20	45,0	0,02	0,07	0,02	0,03	0,14	0,81	17,7	
172c/60 (C 6) Xero-psamorregolicos, de sedimentos não consolidados grosseiros plio-plistocénicos ou plistocénicos.																											
9207		0-29	0	872	102	3	10	20	11,6	0,37	4,8	3,5	0,03	0,01	0,01	0,11	0,16	6,94	7,8	0,03	0,02	0,03	0,01	0,10	4,69	2,1	
9208		29-58	0	930	54	0	8	8	4,6	0,66	5,0	3,8	0,41	0,00	0,03	0,04	0,48	5,97	8,0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	3,31	1,4	
9209		58-87	0	874	105	16	10	8	4,6	0,63	4,9	4,0	0,28	0,00	0,03	0,07	0,38	4,00	9,5	0,02	0,01	0,02	0,05	0,09	2,84	3,1	
9210		87-103	0	936	47	4	13	4	2,3	0,54	5,2	4,2	0,38	0,00	0,03	0,04	0,45	3,02	14,9	0,02	0,01	0,04	0,03	0,09	1,65	5,6	
9211		103-125	0	900	79	0	27	-	-	0,74	5,0	4,2	0,04	0,01	0,03	0,10	0,19	2,59	7,3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	2,19	1,9	
9212		125-160	0	888	85	6	29	-	-	0,56	5,2	4,2	0,03	0,02	0,06	0,17	0,29	2,12	11,9	0,03	0,02	0,05	0,03	0,12	2,15	5,5	
9213		160-180	0	882	88	0	38	-	-	0,63	5,2	4,3	0,04	0,01	0,04	0,10	0,19	1,59	9,6	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	1,10	4,1	
173/63 (Mj 63) Oxisipsâmicos Pardacentos Modais, de sedimentos grosseiros não especificados.																											
13864		0-11	0	344	535	31	90	20	11,6	3,79	6,2	5,0	2,65	1,41	0,39	0,02	4,47	7,48	59,8	2,47	1,26	0,31	0,06	4,10	6,11	67,2	
13865		11-27	0	359	543	22	76	7	4,0	2,83	5,3	4,1	0,87	0,31	0,09	0,02	1,29	3,51	36,8	0,60	0,25	0,06	0,07	0,98	2,92	33,2	
13866		27-51	0	322	589	17	71	5	2,9	2,97	5,4	4,0	0,18	0,09	0,08	0,02	0,37	2,54	14,6	0,18	0,08	0,09	0,06	0,41	2,35	17,4	
13867		51-78	0	351	540	30	79	4	2,3	3,10	5,6	4,0	0,24	0,08	0,18	0,02	0,52	2,91	17,9	0,05	0,06	0,13	0,07	0,31	2,17	13,9	
13868		78-110	0	352	560	25	63	-	-	2,76	5,5	4,0	0,04	0,10	0,10	0,02	0,26	1,57	16,6	0,02	0,07	0,08	0,01	0,18	1,51	12,1	
13869		125-165	0	337	454	24	185	-	-	5,31	5,3	3,9	0,60	0,61	0,23	0,04	1,48	3,62	40,9	0,57	0,57	0,25	0,03	1,42	3,18	44,7	

Psamorregossolos e Solos Oxipsâmicos (continuação)

n°	Horiz	Prof	< 2 mm							pH		Complexo de troca (Mehlich)							Complexo de troca (Acetato)								
			EG	AG	Af	L	A	MO	C	Fe	H ₂ O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	Ca	Mg	K	Na	SB	CTC	GSB	
			cm	-----g kg ⁻¹ -----									-----cmolc kg ⁻¹ -----							%	-----cmolc kg ⁻¹ -----						
346c/65 (LM 17) Oxipsâmicos Pardacentos Iso-Argílicos Melânicos, de sedimentos grosseiros continentais.																											
15923		0-20	0	420	481	3	96	25	14,5	0,35	4,8	4,0	0,07	0,05	0,07	0,02	0,21	6,50	3,2	0,08	0,06	0,08	0,01	0,22	5,81	3,8	
15924		20-47	0	326	574	2	98	9	5,2	0,74	5,1	4,3	0,02	0,03	0,03	0,04	0,12	3,45	3,5	0,01	0,02	0,02	0,04	0,10	2,68	3,6	
15925		47-77	0	388	499	2	111	8	4,6	0,82	5,3	4,3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	2,94	1,7	0,01	0,01	0,04	0,01	0,07	2,59	2,7	
15926		77-110	0	322	554	10	114	5	2,9	0,74	5,3	4,4	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	2,33	2,1	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	1,75	2,4	
15927		110-152	0	287	583	13	117	-	-	0,76	5,2	4,4	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	1,68	3,0	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	1,50	2,8	
15928		152-200	0	274	594	10	116	-	-	0,75	5,3	4,4	0,02	0,01	0,01	0,01	0,05	1,14	4,4	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	1,15	3,5	
113/63 (Mj 34) Oxissialílicos Pardacentos Hidromórficos, de rochas sedimentares não especificadas.																											
13663		0-6	0	103	759	61	77	29	16,8	2,62	5,9	5,0	2,79	0,89	0,20	0,05	3,93	6,86	57,3	2,78	0,75	0,15	0,07	3,75	5,70	65,8	
13664		6-19	0	120	763	41	76	7	4,0	2,34	5,1	4,1	0,16	0,27	0,11	0,03	0,57	2,52	22,6	0,14	0,26	0,08	0,06	0,54	2,95	18,1	
13665		19-34	0	103	733	55	109	5	2,9	3,24	5,6	4,1	0,24	0,31	0,17	0,06	0,78	3,07	16,3	0,04	0,28	0,14	0,06	0,52	3,17	16,5	
13666		34-60	0	92	690	53	165	3	1,7	3,10	5,5	4,0	0,12	0,30	0,32	0,05	0,79	4,05	19,5	0,10	0,27	0,33	0,08	0,78	4,60	16,8	
13667		60-84	0	93	612	36	259	3	1,7	3,93	4,5	3,8	0,11	0,13	0,65	0,20	1,09	5,74	21,6	0,03	0,15	0,71	0,07	0,96	6,15	15,6	
13668		98-140	0	90	589	47	274	-	-	4,21	4,7	3,8	0,12	0,16	0,19	0,27	0,74	6,99	10,6	0,02	0,14	0,22	0,18	0,56	7,21	7,9	